

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

*Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису*

ГЛАДКА МИРОСЛАВА ВІКТОРІВНА

УДК 005.95:004.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ МУЛЬТИАГЕНТНОГО РОЗПОДІЛУ ТРУДОВИХ
РЕСУРСІВ В ІТ ПРОЄКТАХ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

05.13.22 – Управління проєктами та програмами

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело

М.В. Гладка

Науковий керівник -

Колесніков Олексій Євгенович

доктор технічних наук,

доцент

Ідентичність усіх примірників дисертації

Засвідчую

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.059.01

О. І. Мельниченко



Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Гладка Мирослава Вікторівна. Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в ІТ проєктах в умовах невизначеності. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 «Управління проєктами та програмами». – Київський національний університет імені Тараса Шевченка Міністерства освіти і науки України, Національний транспортний університет Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021.

В дисертації розглянуто наукову задачу створення моделі мультиагентного розподілу трудових ресурсів на проєктні роботи, яка усуває протиріччя між вимогами до виконавців проєктних задач та обмеженнями накладеними на реалізацію проєкту: час, якість, ресурси (зокрема трудові) тощо. Достатньо високий ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх вірогідність забезпечено адекватною структурно-логічною схемою дослідження, що базується на фундаментальних результатах методології управління проєктами, управлінні трудовими ресурсами проєктів, математичних моделях, матрицях визначення компетенцій, системному аналізі, функціональних алгоритмах, сітково-календарному плануванні, теорії множин, теорії оптимізації тощо. В процесі дослідження використовувались елементи: теорії систем, методів системного аналізу для визначення компонентів, функцій, структур інтегрованого функціонального середовища; теорії моделювання та методів математичного моделювання з метою побудови моделей процесів управління трудовими ресурсами, формування проєктної команди, проведення атестації персоналу на основі виконання та реалізації поставлених задач. Метою дослідження є підвищення ефективності розподілу трудових ресурсів на проєктах з розробки та впровадження інформаційних систем за рахунок використання моделей, методів і засобів розподілу на основі показників компетенції працівників, що можуть залучатись до виконання робіт на проєкті в умовах невизначеності та формування цих показників за результатами виконання робіт проєкту.

Виконано аналіз літературних джерел зарубіжних науковців: Ф. Беккер, П. Друкер, Г. Кунц, Т. Пітерс, Г. Саймон та вітчизняних: В.Ю. Биков, А.О. Білощицький, С.Д. Бушуєв, Н.С. Бушуєва, О.Б. Данченко, Н.В. Доценко, А.В. Катренко, К.В. Колеснікова, Д.В. Лук'янов, О.М. Медведєва, В.В. Морозов, В.О. Хрутьба та інші. На основі аналітичного огляду наукової літератури визначено найбільш перспективні напрями подальших досліджень. Розглянуто теоретичні основи формування моделей та методів в сучасному розподілі трудових ресурсів з використанням системного моделювання в управлінні проєктами.

В роботі розроблено модель формування проєктної команди на основі вимог до проєкту та матриці компетенції персоналу, що може бути залучений на проєктні роботи; модель визначення сумісності ролей у відповідності до рівня компетенції для кожної ролі трудових ресурсів, що можуть бути призначені на проєктні роботи; модель мультиагентного розподілу виконавців на проєктні роботи, що базується на висхідній методології; модель вибору системи управління проєктами, що буде впровадження для використання в компанії з розробки та впровадження ІТ-систем; метод формування матриці компетенції на основі проведення проєктної атестації. Всі розроблені моделі та методи реалізовані в рамках інформаційної технології розподілу трудових ресурсів та формування кваліфікаційної матриці виконавців, що приймають участь у розробці та впровадженні ІТ-проєктів. Об'єктом дослідження виступає процес розподілу виконавців на проєктні роботи з розробки та впровадження ІТ-систем. Предметом дослідження являються моделі та методи розподілу виконавців на задачі проєкту з розробки та впровадження ІТ систем. Методи дослідження: теоретичні, методологічні та практичні основи в напрямку проєктного управління, ведення ІТ-проєктів, формування проєктної команди, методи оцінки результативності роботи персоналу.

Ключові слова: управління проєктами та програмами, прийняття рішень, компетентнісний підхід, моделювання, моделі, мультиагентний розподіл, висхідна модель, невизначеність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації, які індексовані в наукометричній базі SCOPUS:

1. Regina Boyko, Dmitriy Shumyhai, Mirosława Gladka. Concept, Definition and Use of an Agent in the Multi-agent Information Management Systems at the Objects of Various Nature. *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Proceedings of the International Conference SCIT 2016*, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. pp 59-63 DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0> Series ISSN: 2194-5357. *Видання індексовано в Scopus*

Публікації у міжнародних журналах та фахових виданнях України

2. Гладка М.В., Хлобистова О.А. Розробка плану проєктних робіт. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Информационные технологии //* научный журнал. - Харьков: Технологический центр, 2013. – №3/2(63), с.34-38. ISSN 1729-3774 <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.14426>
Видання індексовано в Index Copernicus
3. Гладка М.В. Використання fuzzy-технології при створенні плану проєктних робіт. *Енергетика і автоматика*, № 4(22), 2014.- К., НУБіП України, 2014. - С. 33-40. ISSN: 2223-0858
Видання індексовано в AGRIS, MIAR, BASE, ResearchBib, DRJI, Ulrichsweb
4. Гладкая М.В., Хлобыстова О.А., Загоровская Л.Г., Мякшило Е.М. Использование мультиагентной технологии при создании плана проектных работ автоматизированной системы. *ОРАЛДЫҢ ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ, (Уральский научный вестник, Казахстан)*, № 51 (130), 2014, Серия: Технические науки, Математика, Медицина. – г. Уральск.: Уралнаука, 2015. С.45-49
5. Майстренко А.С., Гладка М.В. Вибір систем управління проєктами для виробничих підприємств. *Наукові праці НУХТ*. Том 21, №3 – К. НУХТ, 2015. С. 115-121 ISSN: 2223-0858. *Видання індексовано в Index Copernicus, EBSCOhost, Universal Impact Factor*
6. Boyko R., Vlasenko L., Gladka M. Information technologies of integration of management methods by organizational and technical (technological) systems.

Наукові праці НУХТ, 2018. Том 24, № 2, с 16-25. ISSN: 2223-0858. Видання індексовано в *Index Copernicus*, *EBSCOhost*, *Universal Impact Factor*.

7. Гладка М.В., Бойко Р.О., Гладкий Я.В. Оцінювання бізнес-процесів підприємств з використанням методу функціонально-вартісного аналізу АВС. *Наукові праці НУХТ*, 2019. Том 25, № 1, с.7-15 ISSN: 2223-0858. Видання індексовано в *Index Copernicus*, *EBSCOhost*, *Universal Impact Factor*
8. Kravchenko O., Gladka M., Plakasova Zh., Karapetyan A., Besedina S.. Application of information technologies for semantic text processing. *Scientific Journal of Astana IT University*, V2, Nur-Sultan 2020, p 18-31. ISSN: 2707-904X. DOI: 10.37943/AITU.2020.75.91.002. Видання індексовано в *Ulrichsweb*
9. Лісневський Р.В., Костіков М. П., Гладка М.В. Аналіз інтеграцій програмних інструментаріїв ведення проєктів щодо можливості їх використання для потреб Збройних Сил України. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. – 2020. –№ 3(70). С.107-112. ISSN 2304-2699.
10. Myroslava Gladka, Olga Kravchenko, Yaroslav Hladkyi, Sholpan Borashova. Qualification and appointment of staff for project work in implementing IT systems under conditions of uncertainty. *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies. Astana IT University. NUR-SULTAN, KAZAKHSTAN. APRIL 28-30, 2021* DOI: 10.1109/SIST50301.2021.9465897

Статті які додатково відображають наукові результати:

11. Boyko R., Gladka M., Roman T. System task of creating intelligent management of complex technological procedures. *Computer science, information technology, automation*, 2016, №.5, pp.33-37 ISSN 2414-9055

Публікації апробаційного характеру

12. Гладка М.В., Хлобистова О.А. Гнучкі технології розроблення програмних продуктів і їх використання в проєктуванні інформаційних систем, 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», — К.: НУХТ, 2013 р. — Ч. 2., с. 608-610

13. Гладка М.В., Майстренко А.С. Управління проєктуванням життєвого циклу програмних продуктів з допомогою PDM технологій. *79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, — К.: НУХТ, 2013 р. — Ч. 2., с. 640-642
14. Гладка М.В. Використання FUZZY-технології при створенні плану проєктних робіт. *80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, — К.: НУХТ, 2014 р. —Ч. 2., с. 475-477
15. Майстренко А.С., Гладка М.В. Технології управління проєктами. *80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, — К.: НУХТ, 2014 р. —Ч. 2., с. 501-502
16. Гладка М.В. Розмежування пріоритетів при плануванні проєкту АС. *Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості»*, — К.: НУХТ, 2014 р. —с. 736
17. Васильченко А.О., Гладка М.В. Управління людськими ресурсами у науковій діяльності інноваційної організації. *Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції*, 27.11.2014 р.– К.: НУХТ, 2014. – С. 169-170.
18. Гладка М.В. Критерії вибору системи автоматизації. *81 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 23–24 квітня 2015 р. — К.: НУХТ, 2015 р. —Ч. 2., с. 337
19. Гладка М.В. Використання мультиагентних систем для розподілу ресурсів на проєктні роботи. *LXXI Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. – К: НТУ, 2015. с. 401-402

20. Гладка М.В., Шевченко К.І. Мережеві методи планування в управлінні проєктами. *Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листопада 2015 р. – К: НУХТ, 2015 р. – 166 - 167 с.
21. Левун А.В., Гладка М.В. Використання хмарних сервісів у системах управління проєктами. *Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25.11.2015 р. – К: НУХТ, 2015 р. – 161 с.
22. Гладка М., Майстренко А. Міжнародні стандарти в життєвому циклі програмного забезпечення. *Програма і матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 10 – 13 квітня 2016 р. — К.: НУХТ, 2016 р. — Ч. 2. — с.
23. Gladka M. Use of responsibility matrix for project management. *8 th Central European Congress on Food 2016 — Food Science for Well-being (CEFood 2016): Book of Abstracts.* — 23-26 May 2016. — К.: NUFT, 2016. —p. 276
24. Репкіна О.О., Гладка М.В. Документування, як основоположний етап життєвого циклу програмного забезпечення. *Матеріали III Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 23 листопада 2016 р.– К: НУХТ, 2016 р. – 257-258
25. Коваль Т., Гладка М. Матеріально-технічне забезпечення ІТ-проєктів. *83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”* 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.293
26. Постолатій Р., Гладка М. Використання методу BPMN для моделювання. *83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів*

- “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”* 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.306
27. Гладка М. Структуризація компанії в процесі автоматизації. *Матеріали IV Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 22 листопада 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р., с.249-250
 28. Кожушко І., Гладка М. Візуалізація планування при розробленні інформаційних систем. *84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”* 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2., с.324
 29. Гладка М.В. Управління персоналом проєкту, що розвивається, за Scrum-моделлю. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. – К.: НТУ, 2018. – 425-426с.
 30. Гладка М.В. Зниження ризиків виконання ІТ-проєктів за рахунок розподілу між учасниками. *Проблеми інформатизації: Матеріали дванадцятої міжнародної науково-технічної конференції*. - Київ : ДУТ, НТУ; Полтава: ПНТУ; Катеринослав: КЕУ; Париж: Університет Париж VII Венсант-Сен-Дені; Вільнюс: ВДТУ; Харків: ХНДІТМ; Білорусь: БДАЗ, 2018. - с. 26-27
 31. Гладка М.В. Особливості опису бізнес-процесу для автоматизації. *Ювілейна LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Том 2 – К.: НТУ, 2019. - С. 457-458.
 32. Гладка М.В., Гладкий Я.В. Використання Табу-пошуку для призначення виконавців на проєктні роботи. *Матеріали VI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 20 листопада 2019. – К.: НУХТ, 2019 – 234 с.

33. Гладка М.В., Гладкий Я.В., Кравченко О.В. Використання методу аналізу ієрархій для вибору систем управління проєктами. *VI Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та взаємодії»*, Київ, 20 грудня 2019 року- С. 35-42.
34. Gladka M., Hladkyi Y., Reducing the Risks of Completing Tasks in IT Projects Through Personalized Distribution Among Participants. *86 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution"*, April 2–3, 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv. p.387
35. Гладка М.В., Гладкий Я.В. Запровадження WIP-лімітів при управлінні роботами ІТ проєктів. *Матеріали VII Міжнародної науково-технічної Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 26.11.2020 р. – К: НУХТ, 2020. – 208-209 с.
36. Gladka M., Lisnevskyi R., Kostikov M. Using the Internet of Things when Introducing CRM Systems in the Banking Sector. *Information Technology and Interactions (Satellite): Conference Proceedings*, December 04, 2020, Kyiv, Ukraine / Taras Shevchenko National University of Kyiv and [etc]; Vitaliy Snytyuk (Editor). Kyiv: Stylos, 2020. – 335-338 p. ISBN 978-966-2399-61-5
37. Гладка М.В., Гладкий Я. В., Використання S-BPM в управлінні проєктами з впровадження ІТ-систем. *Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті"*, 15–16 квітня 2021 р. – К.: НУХТ, 2021 р. – Ч.2. – 369 с.

ABSTRACT

Gladka Myroslava. Models and methods of multiagent distribution of labor resources in IT projects in the conditions of uncertainty. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree candidate of technical sciences on a specialty 05.13.22 "Management of projects and programs". - Taras Shevchenko National University of Kyiv of the Ministry of Education and Science of Ukraine, National Transport University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation examines the scientific problem of creating a multi-agent distribution of labor resources for project work model, which eliminates the contradictions between the requirements for the executors of project tasks and the constraints imposed on the project implementation: time, quality, resources (including labor), etc. Sufficiently high degree of validity of scientific statements, conclusions, recommendations formulated in the dissertation, their reliability is ensured by adequate structural and logical research scheme based on the fundamental results of project management methodology, project labor management, mathematical models, competence determination matrices, system analysis, functional algorithms, grid scheduling, set theory, optimization theory and so on. In the process of research used elements: systems theory, methods of systems analysis to determine the components, functions, structures of the integrated functional environment; modeling theory and methods of mathematical modeling in order to build models of personnel management processes, the formation of project teams, conducting personnel certification based on the performance and implementation of the tasks.

The purpose of the study is to increase the efficiency of the labor resources allocation on projects for the development and implementation of information systems through the use of models, methods and tools based on indicators of employees competence who may be involved in project work under uncertainty and the formation of these indicators for project results.

The analysis of literary sources of foreign scientists is executed: F. Becker, P. Drucker, G. Kuntz, T. Peters, G. Simon and domestic: V. Bykov, S. Bushuyev,

N. Bushuyeva, O. Danchenko, N. Docenko, A. Katrenko, K. Kolesnikova, D. Lukyanov, O. Medvedeva, V. Morozov, V. Khrutba and others. Based on the analytical review of the scientific literature, the most promising areas of further research have been identified.

The theoretical bases of models and methods formation in modern distribution of labor resources with use of system modeling in project management are considered.

In the study there were developed a model of project team formation based on the project requirements and competence matrix for the personnel that can be involved into the project works; the determination model of roles compatibility according to the competence level for each role of the labour resources that can be assigned for project works; the model of multi-agent distribution of executors into the project works based on the bottom-up methodology; the system selection model of the project management that will be implemented for the use in the IT companies; the method of the formation of competence matrix for the personnel that can be involved into the project works. All developed models and methods are implemented within information manpower allocation technology and formation of qualification matrix of executors who participate in the IT projects implementation.

The object of the study is the process of allocation of executors for the IT systems development and implementation. The subject of the study are models and methods of allocation of performers on the project tasks for the development and implementation of IT systems. Research methods: theoretical, methodological and practical foundations in the direction of project management, IT project management, formation of project teams, methods of evaluation of staff performance.

Keywords: project and program management, decision making, competency approach, modelling, modes, multiagent distribution, ascending model, uncertainty.

LIST OF PUBLISHED PAPERS ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION

Publications that are indexed in the SCOPUS scientometric database:

1. Regina Boyko, Dmitriy Shumyhai, Miroslava Gladka. Concept, Definition and Use of an Agent in the Multi-agent Information Management Systems at the Objects of Various Nature. *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Proceedings of the International Conference SCIT 2016*, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. pp 59-63 DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0> Series ISSN: 2194-5357. Scopus

Publications in international journals and professional publications of Ukraine

2. Gladka M, Khlobystova OA. Development of a plan of design work, *Eastern European Journal of Advanced Technologies. Information technologies. Scientific journal.* - Kharkiv: Technological Center, 2013. - /3 / 2 (63), p.34-38.
3. Gladka M. The use of fuzzy-technology in creating a plan of design work. *Energy and Automation*, № 4 (22), 2014.- K., NULES of Ukraine, 2014. - P. 33-40. ISSN: 2223-0858
4. Gladka M., Khlobistova O., Zagorovska L., Miakshylo O. The use of multiagent technology in creating a plan of design work of an automated system. *Ural Scientific Bulletin, Kazakhstan*, № 51 (130), 2014, Series: Technical Science, Math, Medicine. - Uralsk.: Uralnauchkniga, 2015. P.45-49
5. Maistrenko A, Gladka M. Choice of project management systems for industrial enterprises. *Scientific works of NUFT*. Volume 21, №3 - K. NUFT, 2015. S. 115-121
6. Boyko R., Vlasenko L., Gladka M. Information technologies of integration of management methods by organizational and technical (technological) systems. *Scientific works of NUFT* 2018. Volume 24, № 2, c 16-25
7. Gladka M, Boyko R, Hladkyi Y. Evaluation of business processes of enterprises using the method of functional-cost analysis ABC. *Scientific works of NUFT* 2019. Volume 25, № 1, p.7-15
8. Kravchenko O., Gladka M., Plakasova Zh., Karapetyan A., Besedina S. Application of information technologies for semantic text processing. *Scientific Journal of Astana IT University*, V2, Nur-Sultan 2020, pp. 18-31
9. Lisnevsky R, Kostikov M, Gladka M. Analysis of integrations of software tools for project management on the possibility of their use for the needs of the Armed Forces of

Ukraine. *Collection of scientific works of the Center for Military Strategic Studies of the Ivan Chernyakhovsky National University of Defense of Ukraine*. - 2020. –No 3 (70). P.107-112. ISSN 2304-2699.

10. M. Gladka, O. Kravchenko, Y. Hladkyi and S. Borashova. Qualification and Appointment of Staff for Project Work in Implementing IT Systems Under Conditions of Uncertainty," *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/SIST50301.2021.9465897

Articles that further reflect the scientific results:

11. Boyko R., Gladka M., Roman T. System task of creating intelligent management of complex technological procedures. *Computer science, information technology, automation*, 2016, №.5, pp.33-37

Probationary publications

12. Gladka M, Khlobystova O. Flexible technologies for software development and their use in the design of information systems. *79th international scientific conference of young scientists, graduate students and students "Scientific achievements of youth - solving problems of human nutrition in the XXI century"*, - K.: NUFT, 2013 p. - Ч. 2., c. 608-610

13. Gladka M, Maistrenko A. Management of software life cycle design using PDM technologies. *79th international scientific conference of young scientists, graduate students and students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the XXI century"*, - K.: NUFT, 2013 - Part 2., p. 640-642

14. Gladka M. The use of FUZZY-technology in creating a plan of project work. *80th International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the XXI century"*, - K.: NUFT, 2014 . —Ch. 2., p. 475-477

15. Maistrenko A, Gladka M. Technologies of project management. *80 international scientific conference of young scientists, graduate students and students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the XXI century"*, - K.: NUFT, 2014 - Ch. 2., p. 501-502

16. Gladka M. Demarcation of priorities in the planning of the AU project, *International Scientific Conference dedicated to the 130th anniversary of the National University of Food*

Technology "New ideas in food science - new products of the food industry", - K.: NUFT, 2014 - p. 736

17. Vasilchenko A., Gladka M. Management of human resources in the scientific activities of the innovation organization. *Modern methods, information, software and technical support of management systems of organizational, technical and technological complexes: materials of the International scientific and technical conference*, November 27, 2014 - K.: NUFT, 2014. - P. 169-170.

18. Gladka M. Criteria for choosing an automation system. *81st International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students "Scientific Achievements of Youth - Solving the Problems of Human Nutrition in the XXI Century"*, April 23-24, 2015 - Kyiv: NUFT, 2015 - Ch. 2., p. 337

19. Gladka M. Using multi-agent systems to allocate resources to work. *LXXI Scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university*. - Kyiv: NTU, 2015. c. 401-402

20. Gladka M., Shevchenko K. Network planning methods in project management. *Proceedings of the II International scientific and technical conference "Modern methods, information, software and technical support of management systems of organizational, technical and technological complexes"*, November 25, 2015 - K: NUFT, 2015. - 166 - 167 p.

21. Levyn A, Gladka M. Use of cloud services in project management systems. *Proceedings of the II International Scientific and Technical Conference "Modern methods, information, software and hardware of management systems of organizational, technical and technological complexes"*, November 25, 2015 - K: NUFT, 2015 - 161 p.

22. Gladka M., Maistrenko A. International standards in the software life cycle. *Program and materials of the 82nd international scientific conference of young scientists, Postgraduates and students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the XXI century"*, April 10-13, 2016 - K.: NUFT, 2016 - Part 2. - 317 p.

23. Gladka M. Matrix use of responsibility for project management. *8 th Central European Congress on Food 2016 - Food Science for Well-being (CEFood 2016): Book of Abstracts*. - 23-26 May 2016. - K.: NUFT, 2016. —p. 276

24. Repkina O, Gladka M. Documentation as a fundamental stage of the software life cycle. *Proceedings of the III International Scientific and Technical Internet Conference "Modern methods, information, software and hardware of management systems of organizational, technical and technological complexes"*, - K: NUFT, 2016 - 257-258.
25. Koval T., Gladka M. Logistics of IT projects. *83 International scientific conference of young scientists, graduate students and students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the XXI century"* - K.: NUFT, 2017 – P2., C.292
26. Postolatiy R., Gladka M. Using the BPMN method for modeling. *83 International scientific conference of young scientists, graduate students and students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the XXI century"* April 5-6, 2017 - K.: NUFT, 2017 - Part 2, p.306
27. Gladka M. Structuring the company in the process of automation. *Proceedings of the IV International scientific and technical Internet-conference "Modern methods, information, software and hardware of management systems of organizational, technical and technological complexes"*, 22.11.2017. K: NUFT, 2017, p.249-250
28. Kozhushko I., Gladka M. Visualization of planning in the development of information systems. *84th International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students "Scientific Achievements of Youth - Solving the Problems of Human Nutrition in the XXI Century"* - Kyiv: NUFT, 2018 - Part 2., p.324
29. Gladka M. Personnel management of the developing project according to the Scrum model. *LXXIV scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university*. - K.: NTU, 2018. - 425-426c.
30. Gladka MV. Reducing the risks of IT projects through distribution among participants. *Problems of informatization: Proceedings of the twelfth international scientific and technical conference*. - Kyiv: DUT, NTU; Poltava: PNTU; Katowice: KEU; Paris: University of Paris VII Vincent Saint-Denis; Vilnius: VSTU; Kharkiv: KhNDITM; Belarus: BDAZ, 2018. - p. 26-27
31. Gladka M. Features of the description of the business process for automation. *Anniversary LXXV scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university*. Volume 2 - K.: NTU, 2019. - P. 457-458.

32. Gladka MV, Hladkyi YV. Using Taboo Search to assign artists to project work. *Proceedings of the VI International Scientific and Technical Internet-Conference "Modern methods, information, software and hardware of management systems of organizational, technical and technological complexes"*, November 20, 2019. - K: NUFT, 2019 - p. 234
33. Gladka MV, Hladkyi YV, Kravchenko OV Using the method of hierarchy analysis to select project management systems. *VI International Scientific and Practical Conference "Information Technology and Interaction"*, Kyiv, December 20, 2019 - P. 35-42.
34. Gladka M, Hladkyi Y, Reducing the Risks of Completing Tasks in IT Projects Through Personalized Distribution Among Participants. *86 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution"*, April 2-3, 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv. p.384
35. Gladka M, Hladkyi Y. Introduction of WIP limits in the management of IT projects. *VII International. scientific and technical Internet conf. "Modern methods, information, software and hardware of management systems of organizational, technical and technological complexes"*, November 26. 2020 - K: NUFT, 2020. - 208-209 p.
36. Gladka M., Lisnevskyi R., Kostikov M. Using the Internet of Things when Introducing CRM Systems in the Banking Sector. *Information Technology and Interactions (Satellite): Conference Proceedings*, December 04, 2020, Kyiv, Ukraine / Taras Shevchenko National University of Kyiv and [etc]; Vitaliy Snytyuk (Editor). Kyiv: Stylos, 2020. - p.335-338 ISBN 978-966-2399-61-5
37. Gladka MV Hladkyi Y, The use of S-BPM in project management for the implementation of IT systems. *Proceedings of the 87th International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students "Scientific Achievements of Youth - Solving the Problems of Human Nutrition in the XXI Century"*, April 15-16, 2021 - K .: NUFT, 2021 - Part 2. - p.369

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

BPMN	Система умовних позначень для моделювання бізнес-процесів, розроблена Business Process Management Initiative
CRM	Customer Relationship Management
ICB	Міжнародні вимоги до індивідуальної компетенції керівників проєктів, розроблені IPMA
IPMA	Міжнародна асоціація проєктного менеджменту
ISO	Міжнародна організація по стандартизації
MDP	Markov Decision Process (Марковський процес прийняття рішень)
OBS	Organization Breakdown Structure. Організаційна структура проєкту
P2M	A Guidebook of Project and Program Management for Enterprise Innovation — стандарт з управління проєктами PMAJ
PDM	Project Data Management
PM ²	Підхід до управління проєктами, підтримуваний PM ² Alliance
PMBOK	Стандарт з управління проєктами PMI PMBOK
PMCDF	Project Management Competency Development Framework - Модель розвитку компетенцій менеджера проєктів, розроблена PMI
PMS	Програмне забезпечення для управління проєктами
RASCI	Матриця відповідальності. R – Responsible, A – Approval, S – Support, C – Consulted, I – Information
UPMA	Ukrainian Project Management Association
WBS	Work Breakdown Structure. Робоча структура проєкту
ЖЦ	Життєвий цикл
ІС	Інформаційна система
ІТ	Інформаційна технологія
МАІ	Метод аналізу ієрархій
ПЗ	Програмне забезпечення
СУБД	Система управління базами даних
УП	Управління проєктами

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	1
ABSTRACT	10
СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	17
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ В УПРАВЛІННІ ІТ ПРОЄКТАМИ	28
1.1 Проєктне управління	28
1.2 Управління ІТ-проєктами	30
1.3 Fuzzy-технології в управлінні ІТ-проєктів.....	33
1.4 Трудові ресурси – головна складова ІТ-проєктів.....	34
1.5 Залучення трудових ресурсів на проєктні роботи.....	38
1.6 Огляд професійних ІТ-стандартів (Стандарти професій в ІТ галузі).....	41
1.7 Проблеми в командному управлінні.....	46
1.8 Аналіз можливостей автоматизації процесів управління персоналом	52
1.9 Постановка задачі дослідження.....	53
Висновки до розділу 1	55
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ.....	56
2.1 Системи управління проєктами.....	56
2.2 Структуризація проєкту	57
2.3 Особливості формування проєктної команди.....	59
2.4 Програма виконання проєкту	67
2.5 Формування когнітивних карт в моделі Марківських процесів	71
2.6 Характеристика представлення моделі управління проєктами	74
2.7 Календарне планування робіт.....	79
2.8 Концепція виконання задач проєкту.....	84
2.9 Планування команди проєкту.....	85
2.10 Проєктна методологія управління персоналом	89
2.11 Критерії вибору систем управління проєктами.....	91
Висновки по розділу 2	98

РОЗДІЛ 3 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ ТА РОЗПОДІЛУ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ ПРОЄКТУ	100
3.1 Модель вибору системи управління проєктами з використанням методу аналізу ієрархії.....	100
3.2 Визначення типів складності робіт	108
3.3 Кваліфікація та призначення персоналу на проєктні роботи впровадження ІТ-систем в умовах невизначеності	109
3.4 Агентно-орієнтований метод розподілу ресурсів на проєкті роботи.....	115
3.5 Метод ранжування факторів розподілу трудових ресурсів.....	120
3.6 Підвищення ефективності планування ресурсів проєкту.....	132
3.7 Використання моделі RASCI при моделюванні бізнес-процесів	138
Висновки до розділу 3	145
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛУ ПЕРСОНАЛУ	147
4.1 Синхронізація з системою управління проєктами	147
4.2 Алгоритми проведення проєктної оцінки персоналу	149
4.3 Реалізація функцій системи	152
4.4 Алгоритми проведення проєктної оцінки персоналу	156
4.5 Алгоритми призначення персоналу на проєктні роботи за висхідним методом	159
4.6 Проєктування фізичної та логічної моделі бази даних.....	162
4.7 Генерація бази даних	163
Висновки до розділу 4	163
РОЗДІЛ 5 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІС	165
5.1 Проєктування інтерфейсу	165
5.2 Реалізація функцій програми.....	166
5.3 Комплексне налагодження програмного засобу	168
5.4 Результати впровадження	169
Висновки до розділу 5	173
ВИСНОВКИ	174
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	176

ДОДАТОК А. АКТИ ВПРОВАДЖЕНЬ.....	201
ДОДАТОК Б МАТРИЦІ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ ДЛЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ	211
ДОДАТОК В ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА.....	220
ДОДАТОК Г СИНХРОНІЗАЦІЯ ДАНИХ.....	227
ДОДАТОК Д ЛОГІЧНА ТА ФІЗИЧНА МОДЕЛІ БД	229
ДОДАТОК Е СТРУКТУРА БАЗИ ДАНИХ.....	230
ДОДАТОК Ж ІНТЕРФЕЙС ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	233
ДОДАТОК К РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ РОЗПОДІЛУ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ	237
ДОДАТОК Л ЧАСТИНИ ПРОГРАМНОГО КОДУ.....	239

ВСТУП

Актуальність теми. Важливим фактором в виконанні проєктів з розробки та впровадження інформаційних систем та технологій (ІСТ) є кваліфікований підбір та залучення трудових ресурсів на проєктні роботи. В проєктах з впровадження ІСТ беруть участь фахівці від junior до senior, що вимагає створення таких умов та правил, які будуть виконувати коректний розподіл та залучати працівників відповідної кваліфікації в залежності від складності робіт.

Для управління проєктами існує велика кількість уже готових розроблених систем в межах яких проєктне управління уже формалізовано та автоматизовано, тому постає необхідність формуванню правил вибору такої системи. Проте всі системи управління персоналом мають лише обмежений функціонал, щодо призначення трудових ресурсів на проєктні роботи. Такий розподіл не враховує індивідуальних компетенцій кожного окремого працівника, його індивідуальний особливостей, а враховує лише роль в проєкті, тому має місце розвиток додаткового функціоналу з автоматизованого розподілу персоналу, що дозволить врахувати кваліфікацію працівників. А за рахунок аналізу якості реалізації проєктних робіт формувати показники кваліфікації персоналу.

Існуючі підходи в призначенні працівників на проєктні роботи не завжди задовольняють принципам залученості персоналу за показниками компетенції, методи рівномірного розподілу лише враховують середню тривалість робіт, на які призначається персонал, без врахування складності роботи. Відсутні механізми врахування залучення додаткових виконавців для виконання робіт в якості консультантів, співвиконавців, тощо. Залучення фахівців з високою кваліфікацією на прості роботи призводить до неможливості вчасної реалізації проєкту, оскільки менш кваліфіковані працівники не можуть якісно виконати роботи підвищеної складності, або взагалі не виконують такі роботи.

Теоретичні та прикладні аспекти вирішення цих задач в діяльності проєктно-орієнтованих підприємств представлені в роботах зарубіжних науковців: Ф. Беккер, П. Друкер, Г. Кунц, Т. Пітерс, Г. Саймон та вітчизняних: В.Ю. Биков, А.О. Білощицький, С.Д. Бушуєв, Н.С. Бушуєва, О.Б. Данченко, Н.В. Доценко,

А.В. Катренко, К.В. Колеснікова Д.В. Лук'янов, О.М. Медведєва, В.В. Морозов, В.О. Хрутьба та інші. Все це свідчить про актуальність поставленої проблеми створення методології мультиагентного розподілу трудових ресурсів в управлінні ІТ проектами. При аналізі наукових робіт з даної тематики, що присвячені проблематиці в формуванні проєктних команд та грамотному розподілі персоналу на роботи з впровадження інформаційних систем, слід виділити, що більшість науковців намагаються розробити та запровадити власні методи вирішення питань розподілу. Проте, потрібно враховувати досить великий внесок в дану предметну область і виокремити ті моменти, що потребують удосконалення зважаючи на прогресивний розвиток та потребу суспільства в галузі впровадження інформаційних технологій, зокрема концептуальні вимоги до професійної складової персоналу проєкту, рівня визначення його компетенцій та механізми реалізації коригувань в компетентнісних показниках на основі професійного росту.

Враховуючи наявну проблематику в фаховому розподілі працівників на проєктні роботи у відповідності до їх компетентностей виникає потреба у розробці технології, що обумовлює актуальність дослідження для забезпечення якісного виконання проєктних робіт усіма учасниками проєктної команди зумовили вибір тематики дисертаційної роботи та сприяли формулюванню завдань та мети наукового дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація відповідає тематичному спрямуванню наукових розробок в рамках науково-дослідної роботи «Дослідження та розробка моделей та методів автоматизованої системи телематики транспортних засобів» (18КП 064-02), в якій автор є виконавцем (2020-по т.ч.); науково-дослідної роботи «Дослідження та впровадження інформаційних технологій у галузях харчової промисловості та освіти» за індивідуальною темою «Моделювання, реінжиніринг та автоматизація бізнес-процесів підприємств» (державний реєстраційний номер 0117U003475), в якій автор був виконавцем (2018 -2020) та проєкт «dComFra: Digital competence

framework for Ukrainian teachers and other citizens» програми Erasmus+KA2, 598236-EPP-1-2018-1-LT-EPPKA2-CBHE-SP (2019-по т.ч.).

Мета і задачі дослідження. *Метою дисертаційної роботи* являється підвищення ефективності управління трудовими ресурсами на проєктах з розробки та впровадження інформаційних систем за рахунок використання мультиагентних моделей, методів і засобів розподілу на основі показників компетенції працівників, що можуть залучатись до виконання робіт на проєкті в умовах невизначеності та формування цих показників за результатами виконання робіт проєкту. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні наукові задачі:

1. провести огляд та аналіз сучасного стану управління трудовими ресурсами в проєктах з розробки та впровадження ІТ-систем;
2. розробити модель розподілу трудових ресурсів на роботи проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем;
3. удосконалити метод вибору системи управління проєктами для впровадження в компанії з розробки та впровадження ІТ-систем;
4. розробити модель проведення проєктної атестації та формування матриці кваліфікації трудових ресурсів – виконавців проєктних задач;
5. обґрунтувати застосування моделі залучення усіх трудових ресурсів на проєктні задачі не залежно від їх зайнятості та відповідальності;
6. удосконалити модель формування проєктної команди;
7. провести виробничі випробування та виконати оцінку ефективності впровадження результатів виконаної роботи.

Об’єкт дослідження – процес розподілу виконавців на задачі проєкту з розробки та впровадження ІТ систем.

Предмет дослідження – моделі та методи розподілу виконавців на задачі проєкту з розробки та впровадження ІТ систем.

Методи дослідження. Теоретичною та практичною основою дисертаційної роботи є ключові положення теорії проєктного управління, методи формування проєктної команди, моделі розподілу трудових ресурсів на задачі проєкту, методи оцінки результативності роботи персоналу. Зокрема в роботі використані

такі методи дослідження: методи теорії множин (формування та аналіз структури проєктних команд), метод експертних оцінок (оцінки залучення трудових ресурсів в команду проєкту), метод аналізу ієрархій (вибір систем управління проєктами), методи математичного моделювання (проведення розподілу виконавців на задачі проєкту), методи оцінки експертних даних, системний аналіз (проведення проєктної атестації).

Основним науковим результатом дисертаційного дослідження є розробка моделей та методів розподілу трудових ресурсів на проєктні роботи, які дають змогу вирішити питання ефективного залучення персоналу на виконання проєктних задач.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

- розроблено метод розподілу трудових ресурсів на проєктні роботи на основі мультиагентного підходу за висхідним принципом, який базується на концепції визначення мінімальних кваліфікаційних вимог персоналу з врахуванням параметрів кожної ролі та функціональних вимог до поставленої задачі, що забезпечує можливість оперативного розподілу чи перерозподілу проєктних задач;

- розроблено метод проведення проєктної атестації персоналу, що ґрунтується на аналізі результатів виконання проєктних задач за плановими та фактичними даними у відповідності до якісних та кількісних показників завершених задач закритих проєктів чи їх фаз.

Удосконалено:

- модель формування проєктної команди, з врахуванням вимог до ІТ-проєкту та матриці компетенції трудових ресурсів, що дозволило отримати модель управління командою проєкту у відповідності до проєктних задач з врахуванням обмеженості трудових ресурсів, які можуть залучатись на виконання проєктних задач, що забезпечить можливість якісного ведення декількох проєктів одночасно;

- модель управління життєвим циклом проєктів з розробки та впровадження ІТ-систем з врахуванням особливостей ведення проєкту, умов реалізації та кінцевого продукту в умовах невизначеності.

Одержали подальший розвиток:

- модель RASCI для відслідковування залучення на проєктні роботи не лише трудових ресурсів, які є відповідальними за виконання проєктних задач, а й співвиконавців та консультантів, що забезпечить можливість моніторингу залучення усіх виконавців на реалізацію проєкту, а також їх включення в проєктну атестацію;
- метод аналізу ієрархій для вибору системи управління проєктами, що буде впроваджена на підприємстві, що на відміну від існуючих враховує пріоритети критеріїв систем.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження полягає в необхідності швидкого реагування на зміни в проєктних командах в умовах невизначеності виконання проєкту та підвищенні ефективності процесу призначення виконавців на проєктні роботи. Підтверджується проведеними експериментальними дослідженнями, збігом отриманих результатів з запланованими при створенні моделей та методів мультиагентного управління трудовими ресурсами ІТ проєктів в умовах невизначеності.

Результати дисертаційних досліджень впроваджено на ряді діючих підприємств, зокрема в ТОВ «Тест», ТОВ «Примавера Капітал», ТОВ «Інформаційні технології України», Всеукраїнська громадська організація «Українська асоціація фахівців інформаційних технологій», у навчальному процесі Київського національного університету імені Тараса Шевченка, у навчальному процесі навчально-наукового інституту інформаційних технологій університету ДФС України, реалізації проєкту «dComFra: Digital competence framework for Ukrainian teachers and other citizens» програми Erasmus+KA2.

Результати роботи можуть бути використані в підприємствах, що займаються інтеграцією програмних продуктів та інформаційних систем, які

працюють за гнучкими методами проєктного управління і постійно оновлюють та формують проєктні задачі, на які потрібно призначати виконавців.

Особистий внесок здобувача.

Усі наукові результати, що представлені до захисту, одержані здобувачем самостійно. У статтях, опублікованих у співавторстві, особисто дисертанту належать: обґрунтовано необхідність розроблення плану проєктних робіт при проведенні автоматизації організації, виокремлено основні складові проєкту, що впливають на якість його реалізації, розглянуто методи удосконалення процедури виконання плану проєктних робіт, та управління ресурсами на усіх етапах автоматизації підприємства [1, 9, 15, 17, 23, 26, 28, 31]; створені моделі мультиагентної технології розподілу трудових ресурсів при формуванні плану проєктних робіт, визначено критичні показники та параметри формування оцінки складових проєкту, представлено алгоритми для ведення проєктів різних типів [7, 10, 19, 33]; підхід до рішення аналітичних задач в умовах невизначеності, що базується на Fuzzy-технології, що включає математичні, програмно-технічні, інформаційні та організаційні методи [2, 12, 14, 34]; побудована концепція формування параметрів та критеріїв для вибору систем управління проєктами, моделі та методи вибору та впровадження систем [3, 6, 18, 33, 36]; розроблені моделі інтелектуальних підсистем підтримки прийняття рішень на основі ситуаційного керування, управління розробкою та впровадженням ІТ-проєктів, розробка підсистеми управління проєктами [4, 13, 23, 39, 37]; сформовані моделі та методи оцінювання задач та бізнес-процесів, що потребують автоматизації, доведені параметри визначення пріоритетності виконання задач [5, 16, 24, 27, 29, 32]; визначені інструменти та умови реалізації, концепції програмної реалізації, критерії щодо розробки програмного комплексу управління проєктами [8, 11, 21, 24, 28, 31].

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційних досліджень обговорювалися на міжнародних науково-технічних конференціях: 79 – 87 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI

столітті», — К.: НУХТ, (2013 – 2021 рр.); Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості», — К.: НУХТ, 2014 р.; LXXI та LXXV Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – К: НТУ, 2015, 2018 рр.; I, II, IV - VII Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами» – К: НУХТ, 2014, 2015, 2017 – 2020 рр.; 8 th Central European Congress on Food 2016. — 23-26 May 2016; Проблеми інформатизації: Матеріали дванадцятої міжнародної науково-технічної конференції. - Київ : ДУТ, НТУ; Полтава: ПНТУ; Катовице: КЕУ; Париж: Університет Париж VII Венсент-Сен-Дені; Вільнюс: ВДТУ; Харків: ХНДІТМ; Білорусь: БДАЗ; VI Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та взаємодії», Київ, 20 грудня 2019 року; Information Technology and Interactions (Satellite): Conference Proceedings, December 04, 2020, Kyiv, Ukraine.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 37 наукових праць: 11 наукових статей, з яких 6 – у фахових виданнях України, 1 стаття, яка входить до наукометричної бази Scopus, 4 – в іноземних наукових виданнях; 26 – матеріали тез доповідей на наукових конференціях.

Структура дисертації. Дисертація включає вступ, 5 розділів, висновки та 9 додатків. Обсяг дисертації – 247 сторінок, з них основного тексту – 157 сторінок. Дисертація містить 46 рисунків, 24 таблиці в основному тексті та посилання на 201 використане джерело.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ В УПРАВЛІННІ ІТ ПРОЄКТАМИ

1.1 Проєктне управління

В літературних джерелах зустрічається велика кількість визначень категорії проєкт.

Проєкт (англ. project) – це будь-що, що задумується чи планується, наприклад, велике підприємство (тлумачний словник Webster) [83].

Проєкт – деяка задача з певними початковими даними та необхідними результатами (цілями), що обумовлюють спосіб її вирішення («Кодекс знань про управління проєктами», Інститут управління проєктами США) [3].

Проєкт – система сформульованих цілей, що створюються або модернізуються для їхньої реалізації [193].

Проєкт – це поняття комплексне, що об'єднує різні сторони суспільного життя та діяльності [194].

Разом з тим процес виконання та реалізації проєктів може характеризуватися як матеріальними так і нематеріальними результатами, тому під проєктами слід розуміти послідовність взаємопов'язаних подій, які відбуваються протягом встановленого обмеженого періоду часу і спрямовані на досягнення неповторного, але в той водночас певного результату [2,53].

Проєкт як процес переходу системи з початкового стану в кінцеве представлений на рис. 1.1.

Таким чином, резюмуючи, визначимо, що проєкт має набір лише йому властивих ознак, наявність яких сформує ефективну реалізацію проєкту. Основними ознаками проєкту є [51, 58]:

- зміна стану проєкту задля досягнення його мети;
- обмеженість у часі;
- обмеженість ресурсів;
- неповторність.



Рисунок 1.1 – Проєкт, як процес переходу системи із вихідного стану в кінцевий

Управління проєктами має досить давню історію та відповідно великий досвід в даному напрямку.

У світі існує низка професійних організацій з проєктного менеджменту, які розробляють стандарти і методологію управління проєктами (табл. 1.1). [11]

Важливим фактором проєктного управління являється проникність в усі сфери життєдіяльності та виробництва. Завдяки чітким правилам, що регламентують поведінку складових проєкту визначені в своїх функціональних параметрах у відповідному часовому просторі констатує необхідність всебічного розвитку даного напрямку.

Таблиця 1.1 – Стандарти і методики управління проєктами [11]

Універсальні Стандарти	PMI PMBOK	Project Management Body Of Knowledge
	IPMA ICB	International Project Managers Association International Competency Baseline
	ISO 10006	Quality management — Guidelines to quality in project management
Управління IT-проєктами	P2M	Program & Project Management
	PRINCE2	Projects In Controlled Environments
	RUP	Rational Unified Process
	MSF	Microsoft Solutions Framework
Методики впровадження продукту	ORACLE AIM	Application Implementation Method
	ASAP	Accelerated SAP

1.2 Управління IT-проєктами

Проєкти в галузі інформаційно-комунікаційних технологій відрізняються складністю і відносяться до різних високотехнологічних проєктів [12, 185].

Виділяють наступні типи IT-проєктів:

- проєкти розробки та розвитку програмного забезпечення;
- проєкти впровадження інформаційних систем;
- інфраструктурні проєкти.

Розробка програмного забезпечення виконується в рамках методології, методів та підходів програмної інженерії. Саме в рамках даної методології виокремлюються всі аспекти розробки ПЗ від початкових стадій створених специфікацій до підтримки технічної системи після здачі в експлуатацію. В залежності від типу проєкту певні фази можуть бути спрощені, чи взагалі виключені з реалізації.

Виділяють чотири основні фази розробки та впровадження програмного продукту (рис.1.2) [135,136]:

- створення специфікації ПЗ – що система повинна виконувати та обмеження на розробку;
- розробка ПЗ – розробка програмної системи;
- тестування ПЗ (включає в себе валідацію та верифікацію) – перевірка вимог клієнта до ПЗ, вказаних вимог в специфікаціях, відповідність технічним характеристикам;
- розробка або еволюція ПЗ (еволюція програмного забезпечення) - зміна ПЗ у відповідь на зміну зовнішніх вимог.

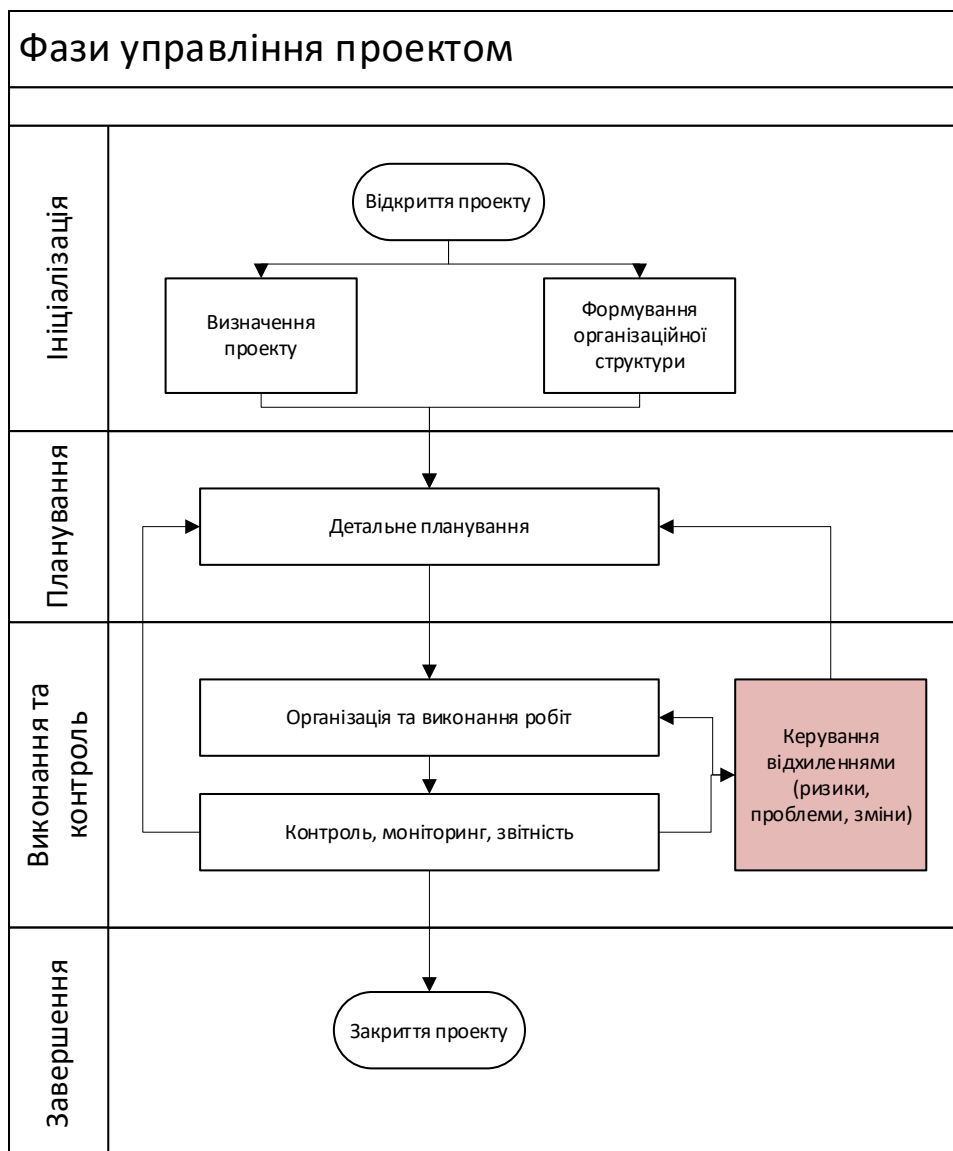


Рисунок 1.2 – Процеси керування проектом

Особливістю розробки та впровадження ІТ-проектів є унікальне планування, що залежить від специфікації. Специфікація проекту прописується на етапі планування проекту і включає в себе проектну групу аналітиків та відповідальних за виконання проекту осіб, як з боку замовника, так і з боку компанії, що виконує впровадження. Детальний аналіз усіх аспектів та опис точних алгоритмів в специфікації дозволяє чітко регулювати залучення ресурсів на реалізацію проекту та умов його виконання.

Необхідність управління проектами в умовах зростання масштабів та складності, вимагає підвищення координації використання людських ресурсів, що є основним в реалізації проектів в ІТ-галузі, протягом життєвого циклу ІТ-проекту за допомогою сучасних моделей та методів, а також техніки управління виконуваних робіт.

Управління проектами — це процес управління командою, що формує групу виконавців, ресурсами проекту (трудові, матеріальні та інші) за допомогою спеціальних методик та унікальної діяльності з метою успішного досягнення встановленої мети [2]. Організація проекту є розподілом прав, відповідальності та обов'язків між учасниками проекту [13].

Команда проекту — це специфічна та унікальна організаційна структура, на верхівці якої виступає керівник проекту [15, 126, 179]. Вона створюється чи формується на період реалізації проекту та завданням її є функціональна реалізація поставлених задач для досягнення мети проекту. Склад команди залежить від унікальних параметрів та характеристик проекту, від його масштабу, умов реалізації, складності. Членами проектної команди є: консультанти, аналітики, інженери, розробники, дизайнери, група забезпечення, тестувальники, та інші.

Роль — визначення контексту участі виконавця в певному процесі чи функції. Вона часто охоплює такі організаційні поняття, як структура і відносини, обов'язки і повноваження, але може також стосуватися і інших атрибутів, таких як кваліфікація, місцезнаходження, дані про вартість, час і дата і т.д [131].

1.3 Fuzzy-технології в управлінні IT-проектів

Особливістю функціонування та управління проектами в IT-галузі є їх виконання та реалізація в умовах невизначеності так званих «fuzzy front end» методології розробки програмних продуктів, такі розробки виділяють також фази «pre-development», «pre-project activities», або «pre-phase 0» [122, 135, 136] (рис.1.3). В проектному управлінні етап планування створення програмних продуктів визначається проектними менеджерами як найбільш слабкий [147]. Саме на етапі планування проекту визначаються умови реалізації проекту, вимоги до якості, матеріальне забезпечення, фінансування, витрати, кошториси, ресурси, часові обмеження тощо. Через проблеми в плануванні, при нівелюванні всіх умов та параметрів, що впливають на реалізацію проекту отримуємо критичні наслідки при його реалізації [78]. Тому особливу увагу на попередньому етапі потрібно особливу увагу приділити факторам, що відіграють важливу роль в успішності проекту розробки та впровадження інформаційних систем: якість здійснення передпроектної діяльності до запуску проекту, і чітка послідовність етапів виконання проекту. [121]

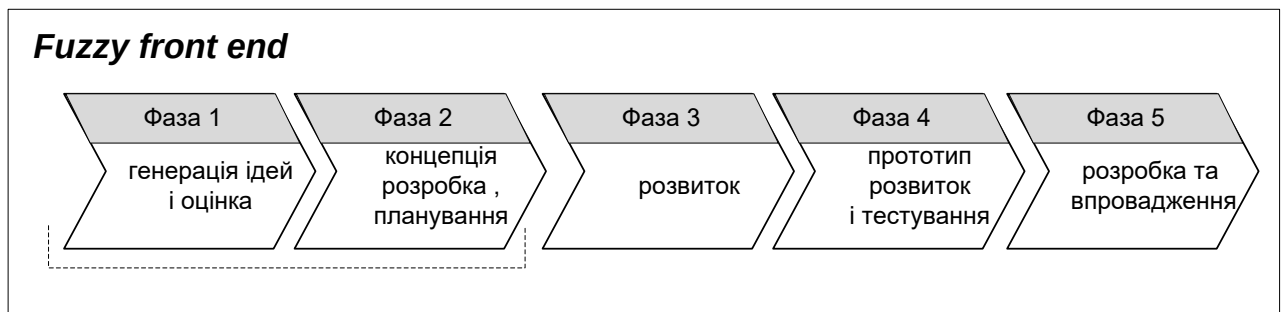


Рисунок 1.3 – Процес розробки автоматизованої системи (проекту)

На рисунку 1.3 відображено спрощене представлення процесу розробки проекту впровадження інформаційних систем, для демонстрації етапу, в якому нечіткий перший процес відіграє важливу роль в реалізації усього проекту [122, 135]. Процес розробки та впровадження інформаційних систем починається з генерації ідеї, що походить з фундаментальних досліджень, опитування стейкхолдерів та зацікавлених осіб на основі методик і творчих методів [128]. Під час першої фази генерується та оцінюється ідея. Це може бути циклічний

процес, що забезпечує накопичення ідей з перспективами та оціночними можливостями щодо їх реалізації. (найбільшої ефективності на етапі планування розробки та впровадження інформаційних систем можна досягнути за умови використання інтелектуальної праці висококваліфікованих аналітиків, що утворюють команду та в дискусії створюють єдину концепцію цілей та вимог до проєкту). Завданням другої фази виступає розробка більш детальної концепції продукту і початкове базове планування проєкту розробки та впровадження інформаційних систем.

Вихід умовної частини фаз 1 та 2, з врахуванням умов «fuzzy front end» представляє бізнес-план чи технічне завдання, яке є основою для прийняття рішення про хід реалізації проєкту. На наступних етапах реалізації проєкту розробки та впровадження інформаційних систем реалізуються роботи, що були закладені на попередніх фазах. У випадку упущення важливих проєктних моментів на етапі планування ведуть за собою ризики, що можуть негативно вплинути на успіх усього проєкту. У процесі розробки та впровадження інформаційних систем на етапі планування акумулюється та аналізується зібрана інформація для зменшення чи навіть нівелювання ризиками та невизначеностями [143]. Невизначеність при проєктній реалізації визначається у вигляді різниці між сумою інформації, що необхідна для виконання роботи та обсяг інформації, яка є в проєктній команді на старті реалізації проєкту. Чим більше факторів та невизначеностей буде враховано на попередній фазі проєкту, тим менше відхилень та проєктних реалізацій у відповідності до запланованих специфікацій (результатів) отримаємо в ході реалізації проєкту, що сприяє підвищити якість усієї розроблюваної системи.

1.4 Трудові ресурси – головна складова ІТ-проєктів

Усі проєктні роботи вимагають певних ресурсів [160]. Проте саме проєкти з розробки та впровадженні інформаційних систем напряду залежать від якісного та кількісного складу професіоналів, що складають проєктну команду [158].

Управління трудовими ресурсами включає в себе не розподіл персоналу по задачах, а й використання витрат на персонал, потенціал та фаховість членів команди проєкту [28, 147]. Для досягнення успіху в підборі та розподілі необхідно виділити ключові фактори:

- Концепція. Ідея проєкту, те з чим доведеться працювати команді для досягнення цілей проєкту.
- Пріоритети. Виділення ключових фаз, чітка постановка задач, виокремлення концептуальних моментів та послідовних етапів.
- Моніторинг. Постійний контроль за ходом виконання проєктних задач, як окремо так і в цілому проєкті.

Управління трудовими ресурсами забезпечує можливість чіткого розуміння де хто і що виконує, яка результативність виконаних робіт конкретним виконавцем та проєктною командою. При плануванні ресурсів виділяють 2 етапи: залучення ресурсів та розподіл ресурсів.

На етапі залучення ресурсів виявляють всі необхідні ресурси. Такі ресурси можуть бути як з штатних працівників, так і залучатись нові працівники чи сумісники, винайматись підрядні організації. Для проєктних робіт визначаються проєктні характеристики та необхідна кваліфікація, що виставляється до виконавців, що будуть залучені на проєктні роботи. На даному етапі не відбувається жодного розподілу задач, проте має бути визначене чітке коло залучених виконавців, чи укладені угоди на виконання тих чи інших фаз проєкту, з врахуванням можливих відхилень та ризиків, що відбуваються під час реалізації проєкту.

На етапі розподілу ресурсів на проєктні роботи необхідно мати чітке розуміння наявних ресурсів, що можуть залучатись на роботи, можливі варіанти залучень трудових ресурсів до інших проєктів чи робіт, обов'язково враховуються ризики, що супроводжують відповідальність та участь в роботах персоналу.

Важливо розуміти, що при розподілі важливими факторами являється не лише зайнятість персоналу в той чи інший момент часу, а й відповідна

кваліфікація, що виставляється до персоналу, у відповідності до вимог поставлених проєктних задач [125].

Лише грамотний розподіл, що дозволяє планомірно розподілити задачі між усіма учасниками проєктної групи у відповідності до їх кваліфікації та професійних навиків, забезпечить якісне та вчасне виконання поставлених задач на проєкті.

Якщо відмовитись від управління трудовими ресурсами, а працювати за принципом чергового списку задач, коли аналітик та/або керівник проєкту виставляє задачі, вказуючи лише пріоритетність та черговість виконання, а учасники проєктної команди самі обирають задачі зі списку, не важливо чи в порядку черговості, чи за особистими уподобаннями, то виникають наступні ситуації:

- Досить легкі задачі можуть виконуватись більш кваліфікованими та дороговартісними виконавцями;
- У списку лишаються задачі, на вирішення яких певні члени проєктної команди не мають відповідної кваліфікації, чи витрачають занадто велику кількість часу;
- Вирішення задач виконавцем з невідповідною кваліфікацією збільшує ризики виникнення помилок та витрат часу на тестування;
- Нерівномірна кількість задач на кожного окремого виконавця у співвідношенні до інших членів проєктної команди;
- Затримки черговості, через несинхронізований розподіл;
- Тощо.

В той же час, перевагою управління трудовими ресурсами будуть:

- Підвищення прозорості використання членів команди;
- Чітке бачення черговості, пріоритетності задач у відповідності до рівнів кваліфікації;
- Можливість вносити коригування відразу в процесі реалізації проєктних задач;
- Чітка відповідальність та усвідомлення ризиків;
- Командна робота та командний дух.

Для покращення планування ресурсами необхідно передбачити та врахувати наступні моменти:

1. Створити алгоритм стратегічного структурного поділу. За рахунок чіткого бачення стратегії можна узгоджувати як загальні зміни концепції та мети проєкту, так і окремих елементів без зайвих бюрократичних моментів.

2. Чіткі вимоги до проєкту. Повний пакет інформації про проєкт, ще до його запуску дозволить ефективно залучати та планувати ресурси, які саме потрібно для виконання проєктних робіт в повному об'ємі. В залежності від типу, складнощів, умов виконання, форма представлення проєкту може різнитись, але в будь-якому випадку вона направлена на досягнення кінцевої мети, тому має включати:

- Стратегічне узгодження;
- Відповідні етапи та терміни;
- Цілі проєкту та окремих етапів, показники досягнення цілей;
- Вартість, бюджет;
- Досвід та професіоналізм який потрібен для реалізації;
- Опис стратегії та підходів;
- Ключові задачі, технічне завдання, функціональний опис задач;
- Комплекси та забезпечення.

Більш детальні вимоги до проєкту на етапі його ініціації дозволяють знизити відхилення в процесі його реалізації.

3. Планування відхилень. В проєктах з розробки та впровадження інформаційних систем можливі випадки, коли з'являються непередбачувані ситуації (ускладнені умови інтеграції, оптимізації, налаштування алгоритмів, узгодження процедур, тощо), тому необхідно всі додаткові роботи вкладати в план проєктних робіт. Завдяки додаванню таких задач проєкт може зазнати змін, проте вони будуть на настільки критичними, якщо ці роботи будуть знівельовані, адже для досягнення кінцевої мети замість повної перебудови проєкту, будуть введені додаткові проєктні роботи, що будуть враховані в загальній проєктній концепції. Обов'язково при плануванні проєкту для таких робіт мають бути закладені від 20 % загального проєктного часу. А в залежності від складності,

умов виконання, історії взаємодії чи наробок, такі зазори часу можуть сягати до 50%.

Необхідно врахувати, що запаси часу мають бути достатні, але не надмірні, бо від цього залежить наскільки будуть завантажені трудові ресурси в штатному режимі, і чого досягне команда на кожному етапі. При поетапному плануванні доречно вносити корективи після кожної такої фази, що дозволить максимально точно відобразити навантаження.

4. Визначення часу. Планування часу може відбуватись за декількома алгоритмами. На основі аналізу повторюваних та ідентичних робіт з врахуванням професіоналізму та навиків проєктної команди. На основі виставлених оцінок членами проєктної команди, узагальнивши середнє значення, без врахування крайніх термінів. За визначеними нормами проєктування та витрат часу на розробку, згідно стандарту [178].

5. Пріоритизація робіт. У відповідності до цілей та мети проєкту необхідно розставити пріоритети щодо виконання задач. Пріоритети мають бути виставлені як до етапів та задач, так і до персоналу, що буде призначатись для виконання цих робіт.

6 Керування змінами. Для зменшення ризиків від змін в проєкті необхідно застосовувати гнучкі методології розробки, розділяти проєкт на етапи, розробити процедури реагування на зміни, покласти відповідальність за всі рішення, щодо проєктних змін на керівника проєкту, для уникнення «самодіяльності» проєктної команди.

Врахувавши ці параметри, проаналізувавши попередні проєкти та результати необхідно обрати найкращі методології та алгоритми проведення призначення персоналу на проєктні роботи.

1.5 Залучення трудових ресурсів на проєктні роботи

Трудові ресурси проєкту представляють собою сукупність професійних, ділових та особистісних якостей усіх учасників проєкту та членів проєктної команди проєкту, з індивідуальним потенціалом та його розкриттям при

здійсненні проєкту. [192] Для реалізації проєкту, що має визначені параметри функціональних вимог, постає задача підбору персоналу, конкретних індивідуумів, які володіють певним рівнем кваліфікації та реалізують виконання функціонально - посадових обов'язків по проєкту.

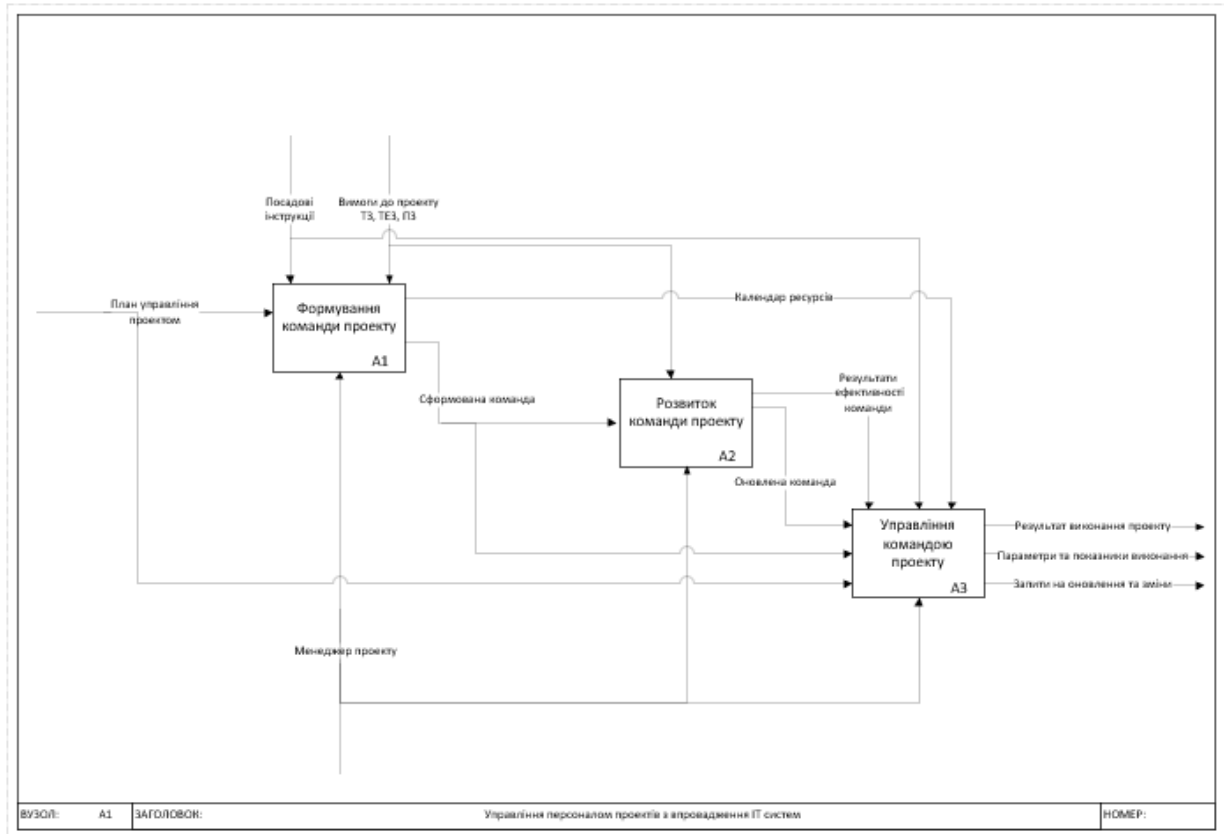


Рисунок 1.4 – Модель управління командою проєкту

Управління трудовими ресурсами проєкту включає в себе процеси формування, узгодження, організації, управління та керівництва командою проєкту [153]. Процеси управління трудовими ресурсами проєкту (рис.1.4.) представляє модель роботи з персоналом проєкту та включає наступні фази:

Формування команди проєкту - процес підтвердження доступності трудових ресурсів та набору команди, з фахівців, що необхідні для виконання завдань проєкту.

Розвиток команди проєкту – враховуючи той факт, що трудові ресурси найбільш динамічна складова проєкту, то виконується процес постійного удосконалення компетенції, взаємодії учасників команди проєкту, внесення

коректив в склад проєктної команди з врахуванням умов роботи команди, що сприяє підвищенню ефективності виконання проєкту.

Управління командою проєкту - процес розподілу проєктних задач, відслідковування діяльності членів команди, залучення та взаємодія, вирішення проблем і управління змінами, що націлені на оптимізацію ходу реалізації проєкту.

Оцінка персоналу забезпечує можливість постійного моніторингу трудових ресурсів підприємства. Оцінка проводиться за декількома напрямками: показники фахової компетенції, особистісні показники, якісні показники, тощо. За рахунок формування матриць компетенції кожного окремого виконавця отримуємо можливість моніторингу змін впродовж трудової діяльності [158].

Для проведення оцінки фахової компетенції проводяться відповідні тести, дослідження, аналізується результативність виконання задач. Саме для таких досліджень можна розробити модель, що буде базуватись на моніторингу якості виконання проєктних задач у співвідношенні планових та фактичних показників.

Для проведення інших видів досліджень (індивідуальні параметри та показники виконавців), від яких також залежить можливість залучення трудових ресурсів на проєктні роботи, повністю лежить на HR-відділі, та формується лише на основі розроблених та запроваджених в кожній окремій компанії правил, норм, методів. Таку оцінку неможливо автоматизувати, оскільки це складний психосоматичний параметр кожного окремого індивідууму.

Така оцінка може використовуватись як один з методів контролю за роботою персоналу з метою дотримання запроваджених стандартів роботи в компанії. Оцінка в першу чергу, маж бути направлена на підвищення якості та ефективності виконання задач. При розробці системи оцінки персоналу потрібно обрати перелік критеріїв за якими буде виконуватись оцінка, тобто цей перелік має містити всі функціональні та нефункціональні параметри від яких залежить результативність роботи як кожного окремого трудового ресурсу так і проєктних команд, чи компанії вцілому.

Всі критерії умовно можна розділити на 3 категорії [158]:

- кількісні показники;

- якісні показники;
- індивідуальні особливості особистості.

У відповідності до особливостей виконання функцій з розробки та впровадження ІТ-систем до таких показників можна віднести наступні параметри, що представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Показники критеріїв компетенції виконавців

Показники	Критерії
Кількісні показники	Виробничість. Об'єм виконання задач та функцій. Кількість виконаних процесів. Кількість проведених тестів. Кількість закритих звернень клієнтів. Кількість поставлених задач. Кількість проведених зустрічей.
Якісні показники	Кількість помилок (повернень на доробку). Кількість часу на тестування. Кількість правок та уточнень. Кількість залучення співвиконавців. Кількість доробок. Кількість претензій з боку замовника. Керівника проекту. Вартість доробок, тестування, виправлень.
Індивідуальні особливості виконавця	Особисті якості (комунікабельність, емоційна стійкість, особистісна зрілість і ін.). Особливості робочої поведінки (дисципліна, взаємодопомога в команді, робота з клієнтами та ін.). Ділові якості (ініціативність, відповідальність, самостійність та ін.)

Оскільки особливістю виконання задач з розробки та впровадження ІТ-систем виступають процеси, що пов'язані з функціональними особливостями предметної області, то всі якісні та кількісні показники мають ґрунтуватись на відповідному співставленні функціональних критеріїв задач. Такі критерії мають відповідати стандартам в галузі розробки та впровадження ІТ-систем.

1.6 Огляд професійних ІТ-стандартів (Стандарти професій в ІТ галузі)

Основою професійних стандартів в галузі ІТ [113] становлять стандарти для наступних професій [53, 108, 154, 181]:

- фахівець з інформаційних систем; [182]
- фахівець з розроблення програмного забезпечення; [183]
- керівник проєктів з інформаційних технологій; [184]

- менеджер продуктів у сфері інформаційних технологій; [185]
- фахівець з інформаційних технологій [120].

Основою та прототипом для створення сучасних стандартів стали міжнародні стандарти в галузі інформаційних технологій ISO/IEC 15288:2008, ISO/IEC 12207:2008, стандарти для ІТ від асоціації підприємств сфери інформаційних технологій та Європейської рамки компетенцій (e-CF). ІТ-професії, для яких розроблено професійні стандарти в Україні, відповідають номенклатурі професійних профілів Європейської рамки компетенцій, а саме: Software Developer, IT Project Manager, Information Systems Specialist, Information resources specialist, IT Product Manager.

Професійні ІТ-стандарти представлені наступними визначеннями та поняттями:

- функціональна область / область професійної діяльності – група ідентичних чи близьких видів професійної діяльності. Поєднується з одним чи декількома видами економічної діяльності;
- вид професійної діяльності, підготовки – представлена набором узагальнених трудових функцій, що відображають кореспондуючий характер, умови праці та фактичні результати;
- узагальнена трудова функція – сукупність взаємозалежних трудових функцій, що поєднані в результаті розподілу праці в конкретному виробничому чи бізнес-процесі;
- трудова функція – модель трудових дій та функцій, що лежать в межах узагальненої трудової функції, відображає представлення технологічного процесу;
- виконавча дія – найпростіша виробнича чи функціональна ітерація в процесі взаємодії виконавця з предметом виконання чи реалізації, в якому досягається певна, заздалегідь встановлена, мета;
- кваліфікація трудового ресурсу – це показник професійної підготовки виконавця у відповідності до виконання конкретного типу роботи, що охоплює практичні навички засновані на теоретичних знаннях і, які повинні

відповідати нормам Довідника з представлення кваліфікаційних характеристик професій;

- рівень кваліфікації – показник професійної та фахової майстерності у межах конкретного ступеня кваліфікації.

Зв'язок професійних ІТ-стандартів України [80] з Європейською рамкою компетенцій та компетентностями фахівців згідно з моделлю MSIS 2016 [79] представимо у вигляді стандарту “Фахівець з розробки інформаційних систем” (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Відповідність процесів ЖЦ, функціональних областей професійного стандарту для фахівця з інформаційних систем і дескрипторів e-CF

Функціональна область ПС	Процес ЖЦ за ISO15288	Область ІКТ компетенцій згідно з e-CF	ІКТ компетенції згідно з e-CF	Області компетентностей за MSIS2016
1	2	3	4	5
Передпроектні роботи	Процес менеджменту моделі ЖЦ	А. Планування Е. Управління	А3. Розробка бізнес-планів; Е1. Розробка прогнозів	Інновації, організаційні зміни і підприємництво
Управління вимогами	Процеси визначення вимог правовласника та аналізу системних вимог	А. Планування	А2. Управління рівнем послуг	Розробка і розгортання системи
Підтримка замовника		С. Запуск	С1. Підтримка користувачів	
Управління персоналом	Процес менеджменту людських ресурсів	Д. Адаптація	Д3. Організація навчання; Д9. Підвищення кваліфікації персоналу	Управління і експлуатація інформаційних системам
Моделювання бізнес-процесів замовника	Процес менеджменту моделі ЖЦ	А. Планування	А1. Узгодження ІС і бізнес-стратегії	Дані, інформація та управління контентом
Управління Комунікаціями	Процес менеджменту інформації	Д. Адаптація Е. Управління	Д10. Управління інформацією і знаннями; Е4. Управління взаєминами	ІТ-інфраструктура

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4	5
Управління закупівлями	Процеси придбання та постачання	D. Адаптація	D4. Забезпечення процесу закупівель	Етика, вплив, стійкість
Управління договірними стосунками	Процеси менеджменту портфеля проєктів	D. Адаптація	D8. Управління контрактами	Управління і експлуатація інформаційних систем
Процес розробки	Процеси проєкування архітектури системи, реалізації, комплексування системи, кваліфікаційного тестування.	A. Планування B. Впровадження	A5. Проєкування архітектури; A6. Розробка застосувань; B2. Інтеграція систем; B3. Тестування	Розробка і розгортання системи
Управління якістю	Процес менеджменту якості	D. Адаптація E. Управління	D2. Розробка стратегії забезпечення якості ІС; E6. Управління якістю ІС	Безперервність бізнесу та інформаційна безпека
Розгортання/ Впровадження ІС	Процеси інсталяції ПЗ, підтримки приймання ПЗ, функціонування ПЗ, супровід ПЗ	A. Планування B. Впровадження	A7. Впровадження технологій; B1. Проєкування і розробка; B4. Розгортання рішень	Розробка і розгортання системи
Управління змінами	Процес ревізії ПЗ	C. Запуск E. Управління	C2. Підтримка змін; E5. Поліпшення процесів; E7. Управління змінами	Інновації, організаційні зміни і підприємництво
Управління документацією	Процес менеджменту документації	B. Впровадження	B5. Розробка документації	
Управління безпекою	Процес менеджменту ризиків	C. Запуск D. Адаптація E. Управління	C4. Управління проблемами; D1. Розробка стратегії інформаційної безпеки; E3. Управління ризиками; E8. Управління інформаційною безпекою	Безперервність бізнесу і інформаційна безпека

Особливістю професійного стандарту за фахом в напрямку розробки ІТ-проектів “Фахівець з розробки програмного забезпечення” є функціонування, що дозволяє досягти основну мету професійної діяльності персоналу компанії з розробки програмних продуктів та інтеграції – розробка, налагодження, інтеграція, валідація та верифікація, тестування - перевірка працездатності, модифікація програмного продукту тощо. Відповідно до компетенції за функціональною областю діяльності фахівця з розробки програмного забезпечення у відповідності до професійного стандарту, визначає задачі діяльності та рівні кваліфікацій відповідно до Європейської рамки компетенцій (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Функціональні межі, завдання виконання та рівні кваліфікацій у професійному стандарті спеціаліста з розробки програмного забезпечення [33]

Функціональна область діяльності	Дескриптори e-CF	Задача діяльності	Рівень кваліфікації за галузевою рамкою кваліфікацій				
			1	2	3	4	5
Управління розробленням системи	Manage / Business Management	Аналіз вимог до програмних засобів			+	+	
	Plan /Design	Проектування архітектури системи				+	+
	Plan /Design	Проектування архітектури програмних засобів			+	+	+
	Build/Development	Детальне проектування ПЗ		+	+	+	
	Build/Development	Конструювання програмних засобів	+	+	+		
	Build/Development	Комплексування програмних засобів		+	+	+	
	Build/Development	Кваліфікаційне тестування ПЗ	+	+	+		
	Build/Development	Комплексування системи		+	+	+	
	Build/Development	Кваліфікаційне тестування системи		+	+	+	
Розгортання/впровадження	Run/Service&Operation	Інсталяція програмних засобів		+	+	+	
	Run/Service&Operation	Підтримка приймального тестування програмних засобів		+	+	+	
Підтримка функціонування	Enable/Support	Функціонування програмних засобів	+	+	+		

Відповідний рівень кваліфікації згідно з професійним стандартом для представлення функціональних задач розробника ПЗ будемо використовувати для визначення компетенцій виконавця при призначенні на проєктні роботи. Наприклад, у функціональній області «Розгортання/ впровадження» задача діяльності «Інсталяція програмних засобів» професійного стандарту відповідає дескриптору Run/Service&Operation Європейської рамки компетенцій та компетентності передбачає трудові функції: «Інсталяція програмного продукту в середовище його використання згідно з контрактом», знання: «Основи системного адміністрування. Основи адміністрування СУБД», уміння: «Розробляти план інсталяцій. Інсталювати програмний продукт відповідно до плану інсталяції. Ініціалізувати базу даних. Документувати події, що сталися при інсталяції, та їх результати.» та навички: «Установка і налаштування операційних систем Установка і налаштування СУБД. Установка і налаштування прикладного ПЗ». [182]

1.7 Проблеми в командному управлінні

Більшість ІТ-проєктів можуть зазнати провалу через некваліфіковане виконання персоналом поставлених задач. Боротьба за успіх насправді є частиною повсякденного життя більшості ІТ-проєктів. Залежно від країни та місцезнаходження рівень відхилень на проєктах становить 50-80%, що є досить високим показником. Ці цифри отримано в основному з досліджень англосаксонських мовних територій Європи, де проєктна робота є найбільш поширеною, а системи управління проєктами мають найдовші традиції. В той же час у США, згідно з дослідженнями групи Standish, у 2018 р. 72% ІТ-проєктів зазнали відхилень у своїх ключових складових (час, вартість, якість) чи навіть зазнали повного краху. [80, 179]

Якщо ІТ-проєкт має набір основних аспектів (див. п.1.5), це цілісний проєкт. Тривалі та складні проєкти можна розділити на підпроєкти, які в свою чергу можуть бути описані у відповідності до проєктного управління. Поділ проєкту на

підпроєкти забезпечує зменшення ризиків щодо глобального рішення завдяки розподілу і контролю за менш місткими підпроєктами.

Виокремимо основні фактори трудових ресурсів, що впливають на хід та реалізацію проєкту:

- відсутність м'яких навичок, міжособистісні проблеми, фактор корпоративної культури;
- відсутність бажання брати участь у колективі, як в рамках робочих моментів, так і суспільні. Саме через знижену взаємодію, заміна одного виконавця на іншого супроводжується необхідністю старту завдання з самого початку, замість продовження на місці зупинки.
- занадто бюрократичні вимоги з боку замовника або керівника проєкту, через зобов'язання надати документацію з найменшими дрібницями. Працівники потонуть у потоці паперу, а їх ефективність та креативність регулярно блокуються, не вдаючись до їхніх формул особистого успіху;
- відповідальність за прийняття рішень. Досить часто непопулярні чи незручні рішення, діалоги, повідомлення відкладаються, що зачасту, ще більше погіршує ситуацію;
- жорсткість і догматизм, коли виконавці не можуть проявити себе, коли керівництво компанії чітко дотримується колись визначених ІТ-стратегій, а також догматичним є використання мов програмування та інструментів розробником. Особливо важливим є прояви догматизму в сфері ІТ, де потрібно використовувати сучасні тренди, ноу-хау, динаміку та проргесивізм. У визначенні цілей проєкту та в описі послуг догматизм призводить до недоречних цільових специфікацій. Надмірні вимоги збільшують ризик невдач і в будь-якому випадку призводять до збільшення загальних витрат та суттєвого збільшення кінцевої вартості проєкту, тоді як прийнятна ціна може бути досягнута за незначних компромісів;

- ізольована ІТ-архітектура. Якщо ІТ-архітектура компанії базується на ізольованих рішеннях та на індивідуальному програмному забезпеченні без чітко визначених інтерфейсів, це ускладнює комунікацію між членами проєктної групи.

Отже при управлінні персоналом потрібно вирішити питання комунікації, стимулювання командних зв'язків, впровадження новітніх технологій, запровадження гнучких методологій розробки, ітераційне моделювання та реалізація проєктних кроків [70].

Лише за наявності чіткості вимог можна досягти бажаного результату. Різні учасники зацікавлених сторін проєкту можуть мати різне уявлення щодо його реалізації та вирішення. Тому максимально детальний опис, що включає алгоритми, перелік форм, полів, зв'язків, типів, тощо дозволять реально оцінити вимоги та терміни, що потрібні для реалізації

Візуальне представлення процесу дизайну дозволить узгодити бачення готового продукту замовником та виконавцем, що дозволить знизити витрати на моделювання представлення на готових формах. Кожен етап робіт має бути відображений у відповідних кресленнях, що мають визначені нотації. Так алгоритми виконання програм зручно представити в нотації BPMN [26, 162], що є найпоширенішою в світі ІТ розробок через свою простоту та зрозумілість не лише розробниками, а й кінцевими клієнтами. Проєктування бази даних має бути не лише візуально відповідно до певної нотації, а й розроблене у відповідності до бази даних, яка буде виступати сховищем інформації в розроблюваній системі, тому має бути обов'язково налагоджена синхронізація змін.

Чіткий розрахунок та деталізований розпис. При формуванні угоди на розробку інформаційної системи досить часто замовники не готові вкладати кошти на деталізований розпис з повною деталізацією і специфікацією. В свою чергу більш детальний розпис стимулює постановку більшої кількості задач, що дозволяє більш чітко представити майбутні роботи, які відповідно формують вартість проєкту. Менш деталізований розпис може приховати частину робіт проєкту, які можуть з'явитись під час реалізації проєкту, відповідно проєкт буде

набувати більших змін та уточнень в процесі виконання, але за рахунок таких «приховувань» на етапі старту, за рахунок більш привабливої вартості, проєкт взагалі може отримати фінансування. Тому кожна робота на етапі підготовки не лише повинна описана, а й обґрунтована, для впевнення необхідності її виконання у замовника.

На даному етапі краще утриматись від повномасштабного проєктування, а зробити акцент на поетапному проєктуванні з деталізацією кожного окремого етапу, що дозволить в найкоротші терміни приділити увагу важливим моментам і представити вже певну частину реалізації в тестову експлуатацію клієнту.

Використання систем управління проєктами. Проєкти, для реалізації яких бере участь двоє і більше осіб, мають мати чіткий графік робіт, з фіксацією зустрічей з клієнтом, обговорень концепцій, побудови планів, фіксацією задач з відображенням часу виконання та залучення на них ресурсів. Використання систем управління проєктами дозволяє чітко зафіксувати всі задачі проєкту, відобразити зв'язки між задачами та залежності, представити виконавців робіт та залучення ресурсів на роботи. Такі системи не лише дозволяють контролювати хід виконання проєкту, а й аналізувати різноманітні дані: кількість годин, витрачених на етап, роботу, окремим виконавцем, кількість задач, що реалізував окремий виконавець та команда, зайнятість на роботах кожного з членів проєктної команди, тощо. Загалом, у великих проєктах там, де відсутні системи управління проєктами чи менеджери не мають достатньої кваліфікації роботи з такими системами, параметри моніторингу та контролю проєкту втрачаються. В залежності від складності та особливості проєкту для управління можуть бути використані, як звичайні постановники задач, так і складні багатогранні системи, що повністю вирішують питання контролю та моніторингу. Вибір таких систем досить складна і важлива річ, оскільки вибір такої системи виконується один раз для управління цілою низкою проєктів компанії. Саме для вибору проєктів приділимо розділ 2 даної роботи.

Деталізація робіт. Досить часто для виконання певних задач необхідне залучення декількох фахівців. Проте завжди в кожній задачі повинен бути відповідальний за результат виконання задачі, який може залучати додаткових

фахівців, консультантів, чи інших зацікавлених осіб до реалізації та ходу виконання задачі. Такі механізми залучення розглянемо з застосуванням методології RASCI [93].

Віхи проєкту. В ІТ-сфері з переходом на гнучкі моделі розробки та впровадження інформаційних систем запровадження віх являється ключовим рішенням на етапі управління проєктами [146, 152]. Віхи мають включати такі етапи проєктного управління, які можна ідентифікувати як певну версію продукту, що може бути переданий замовнику для тестування чи використання. Віха може представляти сукупність робіт, що включені в певну версію оновленого продукту, чи певного функціоналу. За рахунок такої деталізації на конкретні віх – проєкт швидше виводиться в промислову експлуатацію та запускається на об'єкті замовника.

Питання ресурсного забезпечення. Лише кваліфіковані кадри в проєктному управлінні, що мають відповідні навички та досвід можуть бути залучені до виконання робіт. Через проблеми з розподілом та призначенням виконавців на виконання проєктних робіт виникають відхилення у ході реалізації проєкту.

Сучасні технології. В сфері ІТ розвиток технологій досить швидко оновлюється та змінюється, тому компанії мають завжди дотримуватись прогресивності в своїй діяльності, оновлюючи методики та технології у своїй діяльності.

Інвестиційне забезпечення. Перед стартом проєкту узгоджується питання фінансування, якщо враховувати поетапне фінансування, то управління витратами обумовлюється розрахунками на кожній ітерації, і чим більш якісно буде виконаний кожен окремий етап, тим вища ймовірність повного фінансування наступної фази.

Відсутність комунікацій та підтримки в проєктній команді, нерозуміння задач та цілей проєктної команди супроводжувальними відділами: менеджерами, бухгалтерією, логістами, відділом кадрів, тощо. Відсутність розуміння проєктною командою важливості задач допоміжного персоналу для супроводу документопотоків та забезпечення проєкту. Тому налагодження комунікацій, як

під час вирішення ділових питань так і консультування, запорука підвищення якості в проєктному управлінні.

Стратегічна координація. Для клієнта дуже важливо правильно впровадити ІТ-проєкт. Проте більш важливо зробити правильний проєкт, адже автоматизація хаосу породить ще більший хаос, і лише чітко продумані алгоритми функції та задачі можуть визначити проєкт, як успішний. ІТ-проєкти, в першу чергу, мають бути орієнтовані та відповідати бізнес-цілям компанії.

Багатопроектне управління. Керівник ІТ-проєкту може одночасно курувати декілька напрямків чи проєктів, що збільшує навантаження через необхідність переключатись між декількома напрямками. Тому керування декількома проєктами або складними субпроєктами чи суперпроєктами має чітко регламентувати залучення проєктного керівника, та такі накладки мають бути зведені до мінімуму, щоб керівник повноцінно отримував, аналізував та приймав оперативні рішення.

Отже проаналізувавши всі фактори та ризики проєктного управління, виділимо найбільш критичні моменти, які ведуть до зриву проєкту:

- жорсткість і догматика;
- часті зміни ІТ-менеджера;
- відсутність м'яких навичок;
- відсутність розуміння пропонуваного рішення;
- відсутність або недостатній контакт із колективом;
- відсутність або недостатня специфікація;
- замало або незрозумілі етапи потреб користувачів;
- додаткові побажання та вимоги, що не були погоджені;
- розробка великої кількості коду, з занадто малою кількістю коментарів та занадто мало тестів програмної розробки;
- відсутня ІТ-стратегія або така, що відхиляється від корпоративних цілей;
- управління кількома проєктами;
- неадекватне визначення цілей проєкту.

1.8 Аналіз можливостей автоматизації процесів управління персоналом

В сучасних інформаційних системах з управління проектами досить багато функцій кадрового менеджменту, що забезпечують можливість обліку та управління за рахунок використання методів збору, передачі, обробки та перетворення інформації [165, 172].

Потреба в інформаційних системах, що реально задовольняють вимогам з повнофункціонального управління персоналом зростає, як і потреба в залученні кваліфікованих виконавців на роботи. За рахунок автоматизації робіт з управління персоналом можливо виконувати наступні функції:

- формування єдиного сховища інформації, щодо трудових ресурсів;
- представлення структури підприємства з можливістю виокремлення ролей;
- ведення динаміки змін по компанії в цілому, та по кожному співробітнику окремо;
- формування звітів та представлень, щодо обліку, змін, по структурі та виконавцях.

Інформаційні системи, що мають більше функцій, зокрема проектне управління, відповідно розширюють спектр своїх функціональних задач в даній області. Зокрема окрім відомостей по персоналу містять функції управління з відображенням списку задач, термінів виконання, умов виконання тощо. Тобто містять певну бізнес-логіку, щодо управління персоналом в умовах проектного управління.

Для формування кваліфікаційної рамки персоналу, використовуються багатофункціональні експертні системи, що базуються на алгоритмах тестування, порівняння та аналізу. Такі системи виявляють тенденції в розвитку окремих проектних команд та організацій, та забезпечують можливість виявляти тенденцію, щодо змін, які можуть бути враховані для надання рекомендацій, формуванню задач з підвищення професіоналізму, умов управління персоналом.

Сучасні системи управління персоналом можуть містити окремі складові (модулі), в залежності від потреб, компанії можуть обрати той набір функцій та

модулів, який їм необхідний. Проте системи, що мають певну бізнес-логіку в сфері призначення виконавців на проєктні роботи, не враховують особливості кожного окремого трудового ресурсу, сфері застосування проєктного управління, галузі впровадження, тощо.

1.9 Постановка задачі дослідження

Впровадження інформаційних систем (ІС) формує нові вимоги до впроваджень. Гнучкі технології реалізації проєктів передбачають можливість оперативної зміни робіт, а відповідно ї залучення виконавців, що призводить до умов невизначеності при виборі кількості ресурсів, виду ресурсів, часу, об'єму проєкту [14, 147]. Впровадження сучасних технологій, що враховують вплив факторів невизначеності при призначенні виконавців на проєктні роботи дозволить ефективно керувати ходом виконання усім проєктом в цілому.

Планування та розподіл ресурсів на пряму залежить від масштабів та розмірів підприємства. Якщо для призначення на роботи в компанії де штат розробників не перевищує 10 осіб, їх призначення відбувається в залежності від компетентності та завантаженості на інших роботах чи проєктах і призначення залежить лише від керівника проєкту, то на підприємствах де є великі робочі групи розробників, чи для виконання робіт з розробки програмного забезпечення залучають зовнішніх розробників (фрілансерів) можуть виникати певні складності:

1. Відсутнє, або досить неточно описане технічне завдання на виконання проєктних робіт, що не дозволяє визначити необхідну кількість персоналу.

2. Значна частина проєктної інформації, яка впливає на підбір фахових спеціалістів, існує в візуальній формі та вимог спеціалістів-експертів з впровадження автоматизованих інформаційних систем, а не у формі чіткого алгоритму з описом.

3. Погано визначені, нечіткі критерії пріоритетності робіт проєкту, що ускладнює формування графіку залучення трудових ресурсів на проєктні роботи.

4. Не всі характеристики персоналу, що приймає участь у виборі для призначення виконавцем на проєктні роботи, можуть бути виражені у вигляді кількісних співвідношень чи показників.

5. Ведення на підприємстві декількох різносторонніх проєктів (з різними напрямками, галузями), що при залученні персоналу на зовсім розрізнені проєкти потребує збільшення часу для адаптації, «переключення» з одного проєкту на інший.

6. Суб'єктивна оцінка професійних здібностей та кваліфікації персоналу особою – керівником проєкту, що приймає рішення на конкретному вираженому етапі.

Для вирішення практичної задачі з підбору та призначення персоналу на проєктні роботи з розробки та впровадження інформаційних систем є підхід, що базується на теорії формування моделей та матриць, нечітких математичних обчислень, які в первинному відображенні узагальнюють різні функціональні підходи до опису невизначеності. Практичною реалізацією розробки має виступити інформаційна система, що реалізує механізм множинного вибору персоналу у відповідності до участі в проєктній команді та виконає підбір виконавця на проєктні задачі, з врахуванням показників кваліфікації та ролі, умов виконання задач, зайнятості (участь в усіх проєктних командах) (рис.1.5).

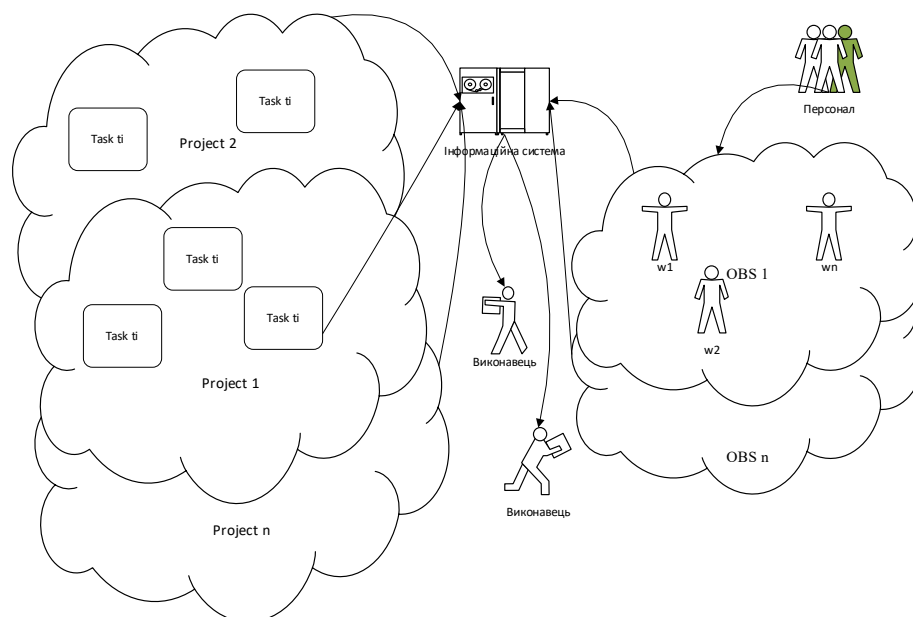


Рисунок 1.5 – Задача, що постає перед інформаційною системою

Висновки до розділу 1

Розглянуто теоретичні засади в напрямку проєктного управління, стандартів та методик в українській та світовій практиках. Акценти в дослідженні були розставлені в напрямку управління проєктами з розробки та впровадження ІТ-систем та залучення трудових ресурсів на проєктах з розробки та впровадження ІТ-систем, як такі, що найбільш залежні в своєму виконанні від проєктної команди.

Визначено особливість управління проєктами в галузі розробки та впровадження ІТ-систем, особливості командного управління, формування команди проєкту в умовах невизначеності, коли проєкти ведуться за ітераційними методиками, коли задачі оновлюються, додаються нові завдання та функціонал в процесі розвитку проєкту.

Проаналізовано особливості формування проєктної команди в залежності від структурного розподілу, вимог проєкту, планування робіт та відхилень, часу виконання робіт, пріоритезації робіт, керування змінами. Визначено основні проблеми в командному управлінні в реалізації ІТ-проєктів.

Виділено професійні стандарти в ІТ-галузі на основі яких формується рамка кваліфікації співробітників, що можуть залучатись на виконання робіт в кожній фазі ЖЦ ІТ-проєктів, у відповідності до компетенцій ІКТ. Сформовано рамку рівнів кваліфікації фахівців, що залежить від ролі учасника в проєктній команді, з мінімальним рівнем кваліфікації, для можливого залучення на відповідні проєктні роботи.

Визначено напрямки, за якими кваліфікуються роботи в ІТ-проєктах.

Проаналізовано перспективи розвитку напрямку автоматизації розподілу трудових ресурсів на проєктні роботи та поставлено задачі для реалізації.

Результати роботи наведено в наступних публікаціях автора: [20], [21], [40], [42], [63], [130], [135], [136], [146].

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

2.1 Системи управління проєктами

Системи управління проєктами — представляють собою програмні системи, для автоматизації однієї чи декількох складових управління проєктами: складання календарно-мережевого плану робіт, управління ресурсами, витратами, ризиками, якістю тощо [1, 3, 73].

Програмне забезпечення для управління проєктами (PMS) здатне допомогти планувати, організовувати та управляти ресурсами в рамках ведення проєкту [82]. Залежно від складності програмного забезпечення, воно може містити модулі та функції постановки та керування роботами, планування та контроль витрат, управлінням бюджетом, розподіл ресурсів, програмні елементи для комунікації, управлінням часом та документацією, адміністрування тощо. Сьогодні на ринку інформаційних технологій представлено досить велику кількість різноманітних типів систем для управління проєктами локально та через браузер; програмних рішень для управління проєктами, в тому числі і в IT-галузі.

Зазвичай, системи автоматизації управління проєктами містять такі структурні елементи [100, 142]:

- засоби календарно-мережевого планування (КМП-системи);
- засоби вирішення окремих задач (передпроєктний аналіз, розробка бізнес-процедур та планів, аналіз ризиків, управління договірними зобов'язаннями, часом, бюджетом тощо);
- засоби організації комунікацій між виконавцями проєкту.

Професійні системи управління проєктами розраховані на фахівців проєктного менеджменту та призначені для формування середовища управління багатьма складними проєктами [11].

Також в управлінні проєктами використовують спеціалізовані підсистеми різних функціональних представлень для управління угодами, фінансами, контрагентами, аналіз змін та відхилень, дво- чи тривимірною моделювання тощо.

Останнім часом динамічного розвитку набули системи, призначені для організації вільного доступу за умови дотримання правил та обмежень користувачів до інформації проєкту та забезпечення ефективних комунікацій між членами команди проєкту, зокрема широкого поширення отримали системи управління проєктами реалізовані на web-платформах. Вони не містять власних інструментів для календарно-мережевого планування, а інтегруються з більшістю комп'ютерних систем проєктування. В зв'язку з цим потрібно прийняти та використати досвід розробників програмних продуктів в галузі проєктного управління та забезпечити можливість використання оптимального рішення для проєктної команди.

2.2 Структуризація проєкту

Розробка моделі робочої структури проєкту з впровадження ІТ-систем дозволяє представити весь комплекс робіт, які необхідно виконати, проте не представляє виконавців цих робіт та визначення фінансування цих робіт. У проєктах таких видів використовується двоспрямована структуризація, яка поєднує робочу – функціональну та організаційну - виконавчу структури і передбачає [23, 133, 155]:

- робочу структуру проєкту (WBS);
- організаційну структуру проєкту (OBS);
- облік затрат;
- описання робочих пакетів (діяльності);
- систему кодування;
- словник використання WBS (каталог CTR «Витрати — час — ресурси»).

Розробимо організаційну структуру команди проєкту для розробки програмної системи автоматизованого документообігу (рис. 2.1), де перший рівень представляє всю проєктну команду з керівником - менеджером проєкту, другий рівень формує представлення основних підрозділів для виконання роботи.

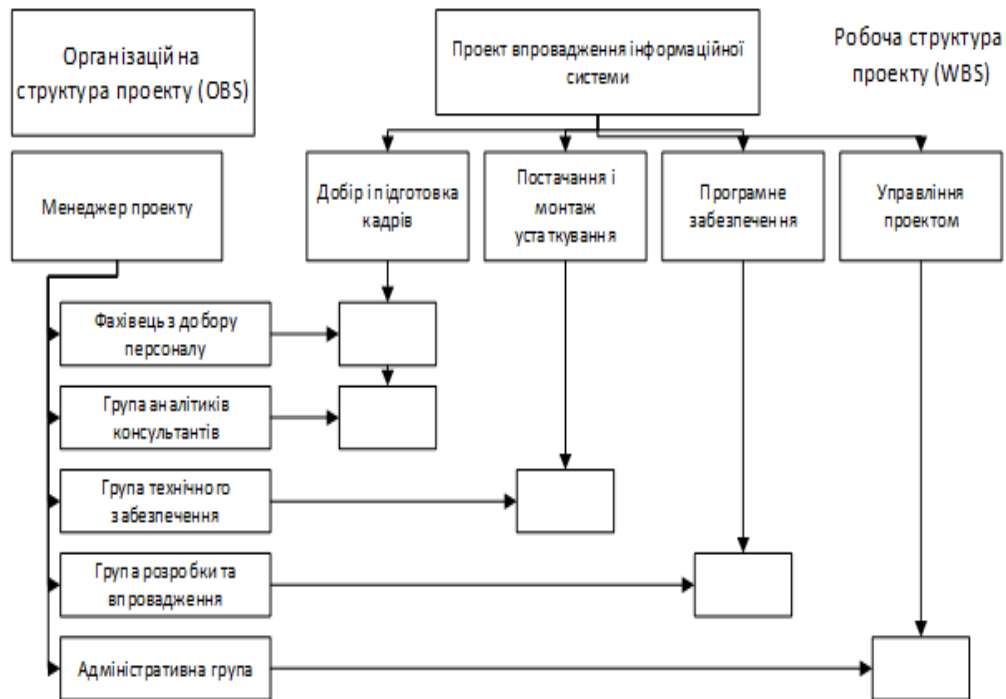


Рисунок 2.1 – Двоспрямована структура проекту створення та впровадження автоматизованого документообігу

При плануванні проекту ще одним важливим чинником виступає структура витрат. Тому постає необхідність розробки трьохспрямованої структури проекту (рис. 2.2), що генерується додаванням до двоспрямованої структури третьої — структури витрат (Cost Breakdown Structure — CBS).

CBS утворюється за моделлю, що представлена аналогічним алгоритмом створення WBS і OBS (рис. 2.2).

1 рівень — витрати на проєкт.

2 рівень — елементи CBS: матеріальне забезпечення; витрати на утримання та обслуговування; трудові витрати; інші витрати.

3 рівень — деталізація. Для трудових витрат це витрати на підбір та навчання; витрати на оплату праці з поставки і монтажу устаткування; витрати на оплату праці з програмного забезпечення.

4 рівень — деталізація та уточнення.

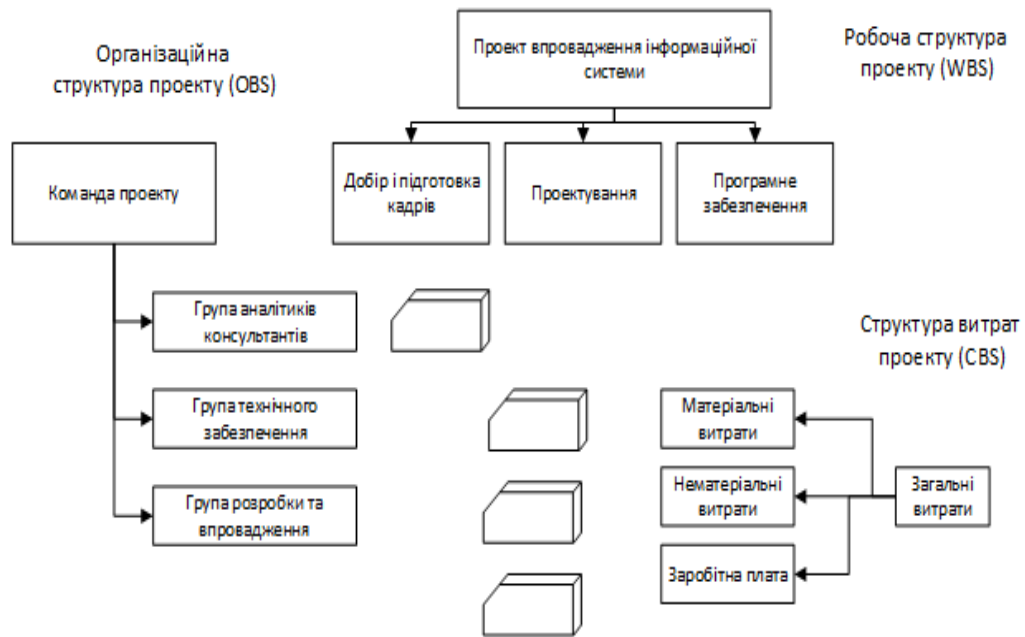


Рисунок 2.2 – Трьохспрямована структура проекту

2.3 Особливості формування проєктної команди

Всі компанії, основною діяльністю яких є ведення проєктної діяльності, мають певний обмежений штат трудових ресурсів [153]. Навіть, зважаючи на ІТ-галузь, де для виконання проєктних робіт можуть залучатись сторонні виконавці чи організації, проте проблема планування та формування команди проєкту являється нагальною [158].

Сьогодні існує досить велика кількість досліджень, створено спеціалізовані методи та алгоритми, що вирішують питання формування проєктної команди при обмежених ресурсах [39, 58, 61, 109].

Для даного дослідження було обрано мультиагентний підхід до створення проєктної команди в режимі реального часу, що дозволяє оперативно виконувати перерозподіл ресурсів в ході виконання проєкту з постановкою нових задач, чи інших подій, що були не закладені при старті проєкту, при веденні проєкту ітераційними методами [20, 47].

Оскільки проєкти в ІТ-галузі можуть в собі містити різні функціональні задачі: для проєктів з впровадження ІТ-систем це будуть задачі з аналітики, впровадження та налагодження програмного продукту; інтеграційні проєкти

додатково будуть включати задачі з синхронізації, розробки та адаптації під потреби замовника; проєкти, що вимагають розгортання серверної частини – включають відповідні роботи, і т.д. Тому набір функції, в межах яких відбувається постановка задач, на пряму залежить від виду проєкту та тягне за собою необхідність підбору проєктної команди у відповідності до визначеного функціонального набору [148].

При описі методу використаємо термін «агент», а для задачі формування проєктної команди «перспективний виконавець» – особа, що може бути залучена до виконання проєктних робіт і бути призначеним на виконання поставлених задач.

Кожен з перспективних членів проєктної команди має мати набір компетенцій, що відповідають функціональним параметрам задач, що будуть виконуватись в рамках проєкту.

$A = \{ A_1, A_2, \dots A_n \}$ – множина агентів, виконавців, де n – загальна кількість цих агентів;

$F = \{ F_1, F_2, \dots F_m \}$ – множина функцій, де m – загальна кількість функцій;

Для кожного трудового ресурсу - «агента» представимо матрицю компетенцій K , що відображає параметри характеристик виконавців у відповідності до функцій, що передбачені проєктними задачами (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Матриця компетенцій K

$A \backslash F$	f_1	f_2	...	f_j	...	f_m
a_1	k_{11}	k_{12}	...	k_{1j}	...	k_{1m}
...	...	...	...	...	...	...
a_i	k_{i1}	k_{i2}	...	k_{ij}	...	k_{im}
...	...	...	...	...	...	...
a_n	k_{n1}	k_{n2}	...	k_{nj}	...	k_{nm}

Якщо i -ий виконавець здатний виконувати функцію f_j , (позначається $a_i^{f_j}$ або a_i^j), то $k_{ij} = 1$, у іншому випадку $k_{ij} = 0$.

Матриця характеристик R вказує на індивідуальні характеристики кожного з виконавців (кваліфікація, вартість, рівень компетенції тощо) при реалізації відповідних задач та функцій (табл. 2.2). Значення r_{ij} вказує на характеристики i -

го виконавця при реалізації j -ої функції, $r_{ij} = 0$, якщо i -ий виконавець не може виконувати j -ту функцію, інакше $r_{ij} =$ від 1 до 5 в залежності від рівня кваліфікації по даній функції.

Таблиця 2.2 – Матриця характеристик R

A \ F	f_1	f_2	...	f_j	...	f_m
a_1	rk_{11}	rk_{12}	...	rk_{1j}	...	rk_{1m}
...	...	...	...	...	...	...
a_i	rk_{i1}	rk_{i2}	...	rk_{ij}	...	rk_{im}
...	...	...	...	...	...	...
a_n	rk_{n1}	rk_{n2}	...	rk_{nj}	...	rk_{nm}

У результаті вирішення завдань, у загальному випадку, формується множина варіантів розподілу функцій між виконавцями в команді проєкту, які описуються матрицею T (табл. 2.3). Якщо i -ий виконавець виконує в команді функцію f_j , то $t_{ij} = 1$, у іншому випадку $t_{ij} = 0$.

Таблиця 2.3 – Матриця розподілу функцій в проєктній команді T

A \ F	f_1	f_2	...	f_j	...	f_m
a_1	t_{11}	t_{12}	...	t_{1j}	...	t_{1m}
...	...	...	...	...	...	...
a_i	t_{i1}	t_{i2}	...	t_{ij}	...	t_{im}
...	...	...	...	...	...	...
a_n	t_{n1}	t_{n2}	...	t_{nj}	...	t_{nm}

Результат відбору виконавців у команду проєкту описується за допомогою множини $A' = \{a_1', \dots, a_n'\}$, де

$$a_i' = \sum_{j=1}^m a_{ij} ; i = 1, \dots, n \quad (2.1)$$

Якщо значення $k_i' > 0$, $i=1, \dots, n$, це вказує на те, що i -ий виконавець може входити до складу команди, а значення k_i' вказує на кількість функцій, що виконуються ним у команді. Відповідно чим більша кількість функцій, що виконується трудовим ресурсом, тим більша ймовірність його залучення на

проекти, що мають обмеження щодо кількості виконавців. Проте важливим фактором залучення трудових ресурсів на проєктні роботи являється не лише наявність чи відсутність того чи іншого функціоналу, а й рівень компетенції, що має відповідати рівню задач за відповідною категорією та рівнем. Кількість виконавців (b), що входять у групу визначається таким чином, що за умови виконання агентом відповідної функції його кваліфікація має задовільнити вимогам до максимально вимогливої задачі проєкту:

$$b = \sum_{j=1}^n \{a_i \cup (rk_i \exists \max(F_i))\} \quad (2.2)$$

Розглянемо матрицю компетенцій та характеристик проєктної команди для базового рішення, коли маємо 20 трудових ресурсів, що оперують 17 компетенціями та характеристиками (табл. 2.4 - 2.5).

Таблиця 2.4 – Матриця компетенцій К

F A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
5	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
6	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
7	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
8	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
9	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
10	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
11	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
12	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
13	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
14	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
15	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
16	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
17	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
18	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
19	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
20	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1

Таблиця 2.5 – Матриця характеристик R

F A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	4	5	1	1	4	2	0	0	2	0	4	1	2	3	3	5	2
2	1	1	4	4	5	5	2	3	2	0	0	3	5	5	0	5	3
3	1	4	0	3	0	0	5	0	0	3	3	3	1	1	4	3	0
4	2	3	0	1	2	1	3	2	5	1	3	0	4	3	1	3	1
5	1	5	5	2	1	1	5	1	1	3	0	2	5	0	4	4	2
6	2	3	0	5	1	0	4	2	2	3	2	0	0	4	4	2	1
7	0	4	2	5	2	0	2	1	4	0	3	4	3	4	5	0	2
8	1	2	2	3	5	2	3	1	5	4	3	5	4	1	1	2	0
9	3	3	0	3	1	5	3	2	1	2	2	4	4	5	5	5	0
10	5	5	2	2	0	0	4	4	4	5	5	3	4	5	3	3	0
11	2	1	1	2	4	4	1	1	5	3	5	4	1	5	2	3	4
12	2	4	2	0	5	5	3	4	3	3	5	1	3	5	3	0	0
13	5	3	0	0	3	2	2	5	1	4	3	4	1	4	1	0	0
14	5	3	2	5	3	3	3	1	1	5	1	2	3	1	0	4	5
15	3	2	4	5	3	4	2	4	3	3	2	1	5	2	5	2	5
16	5	1	5	5	2	4	3	5	1	5	1	5	1	2	5	5	5
17	0	2	3	4	5	3	5	4	3	2	5	3	5	2	5	4	3
18	0	5	0	2	3	0	3	0	0	1	4	1	4	3	1	2	5
19	0	2	3	3	5	1	0	0	2	0	4	5	2	3	4	4	3
20	4	5	1	1	4	2	0	0	2	0	4	1	2	3	3	5	2

Для визначення виконавців, що можуть виконати j-у функцію F (A, j) при всіх можливих трудових ресурсах j=1,...,m виконаємо розрахунки за формулою 2.1.

$$F(A, 1) = (a_5^1 \vee a_6^1 \vee a_{14}^1 \vee a_{16}^1 \vee a_{18}^1);$$

$$F(A, 2) = (a_4^2 \vee a_5^2 \vee a_6^2 \vee a_7^2 \vee a_8^2 \vee a_9^2 \vee a_{10}^2 \vee a_{12}^2 \vee a_{14}^2 \vee a_{16}^2);$$

$$F(A, 3) = (a_6^3 \vee a_7^3 \vee a_9^3 \vee a_{11}^3 \vee a_{12}^3 \vee a_{18}^3 \vee a_{19}^3);$$

$$F(A, 4) = (a_2^4 \vee a_5^4 \vee a_6^4 \vee a_{10}^4 \vee a_{11}^4 \vee a_{13}^4 \vee a_{19}^4);$$

$$F(A, 5) = (a_1^5 \vee a_3^5 \vee a_5^5 \vee a_{10}^5 \vee a_{12}^5 \vee a_{15}^5 \vee a_{17}^5 \vee a_{18}^5 \vee a_{20}^5);$$

$$F(A, 6) = (a_1^6 \vee a_2^6 \vee a_{12}^6 \vee a_{20}^6);$$

$$F(A, 7) = (a_7^7 \vee a_9^7 \vee a_{11}^7 \vee a_{16}^7 \vee a_{17}^7 \vee a_{18}^7 \vee a_{19}^7);$$

$$F(A, 8) = (a_1^8 \vee a_4^8 \vee a_5^8 \vee a_6^8 \vee a_{10}^8 \vee a_{13}^8 \vee a_{14}^8 \vee a_{15}^8 \vee a_{18}^8 \vee a_{20}^8);$$

$$F(A, 9) = (a_1^9 \vee a_4^9 \vee a_5^9 \vee a_7^9 \vee a_8^9 \vee a_9^9 \vee a_{10}^9 \vee a_{13}^9 \vee a_{20}^9);$$

$$F(A, 10) = (a_1^{10} \vee a_4^{10} \vee a_8^{10} \vee a_{10}^{10} \vee a_{17}^{10} \vee a_{19}^{10} \vee a_{20}^{10});$$

$$F(A, 11) = (a_3^{11} \vee a_4^{11} \vee a_5^{11} \vee a_6^{11} \vee a_7^{11} \vee a_8^{11} \vee a_9^{11} \vee a_{11}^{11} \vee a_{13}^{11} \vee a_{15}^{11} \vee a_{16}^{11});$$

$$F(A, 12) = (a_5^{12} \vee a_6^{12} \vee a_7^{12} \vee a_9^{12} \vee a_{11}^{12} \vee a_{13}^{12} \vee a_{18}^{12});$$

$$F(A, 13) =$$

$$(a_1^{13} \vee a_2^{13} \vee a_4^{13} \vee a_7^{13} \vee a_8^{13} \vee a_{10}^{13} \vee a_{12}^{13} \vee a_{13}^{13} \vee a_{14}^{13} \vee a_{15}^{13} \vee a_{17}^{13} \vee a_{19}^{13} \vee a_{20}^{13});$$

$$F(A, 14) =$$

$$(a_3^{14} \vee a_4^{14} \vee a_7^{14} \vee a_8^{14} \vee a_9^{14} \vee a_{11}^{14} \vee a_{12}^{14} \vee a_{15}^{14} \vee a_{16}^{14} \vee a_{17}^{14} \vee a_{18}^{14});$$

$$F(A, 15) =$$

$$(a_4^{15} \vee a_6^{15} \vee a_7^{15} \vee a_8^{15} \vee a_9^{15} \vee a_{10}^{15} \vee a_{11}^{15} \vee a_{12}^{15} \vee a_{15}^{15} \vee a_{18}^{15} \vee a_{19}^{15});$$

$$F(A, 16) = (a_5^{16} \vee a_8^{16} \vee a_9^{16} \vee a_{12}^{16} \vee a_{14}^{16} \vee a_{18}^{16});$$

$$F(A, 17) = (a_1^{17} \vee a_4^{17} \vee a_5^{17} \vee a_6^{17} \vee a_7^{17} \vee a_8^{17} \vee a_{13}^{17} \vee a_{15}^{17} \vee a_{17}^{17} \vee a_{19}^{17} \vee a_{20}^{17});$$

Залучення кожного з представлених виконавців в команду проєкту буде представляти проєктну групу, що володіють певними множинними характеристиками, які можуть перетинатись. Тому при підборі можна об'єднати ті характеристики, якими володіють декілька членів проєктної команди, при тому в проєкті мають бути залучені в обов'язковому порядку виконавці всіх функцій.

Для кожного з можливих варіантів сформуємо можливі набори проєктних команд, коли залученими до проєктної роботи можуть бути будь-які виконавці, що закривають повний спектр функціональних обов'язків, а при об'єднанні трудових ресурсів з однаковими компетенціями в єдину проєктну команду для призначення на роботи можемо обирати будь-якого з виконавців, що відповідає даній функції.

$$\begin{aligned}
& F(A,1) \chi F(A,2) \chi F(A,4) \chi F(A,5) = (a_5^1 \vee a_6^1 \vee a_{14}^1 \vee a_{16}^1 \vee a_{18}^1) \chi (a_4^2 \vee a_5^2 \\
& \vee a_6^2 \vee a_7^2 \vee a_8^2 \vee a_9^2 \vee a_{10}^2 \vee a_{12}^2 \vee a_{14}^2 \vee a_{16}^2) \chi (a_2^4 \\
& \vee a_5^4 \vee a_6^4 \vee a_{10}^4 \vee a_{11}^4 \vee a_{13}^4 \vee a_{19}^4) \chi (a_1^5 \\
& \vee a_3^5 \vee a_5^5 \vee a_{10}^5 \vee a_{12}^5 \vee a_{15}^5 \vee a_{17}^5 \vee a_{18}^5 \vee a_{20}^5) = a_1^5 \vee a_2^4 \vee a_3^5 \vee a_4^2 \vee a_5^{1|2|4|5} \\
& \vee a_6^{1|2|4} \vee a_7^2 \vee a_8^2 \vee a_9^2 \vee a_{10}^{2|4|5} \vee a_{11}^4 \vee a_{12}^{2|5} \vee a_{13}^4 \\
& \vee a_{14}^{1|2} \vee a_{15}^5 \vee a_{16}^{1|2} \vee a_{17}^5 \vee a_{18}^{1|5} \vee a_{19}^4 \vee a_{20}^5
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& F(A,1) \chi F(A,3) \chi F(A,4) \chi F(A,5) \chi F(A,8) \chi F(A,9) = (a_5^1 \vee a_6^1 \vee a_{14}^1 \vee a_{16}^1 \vee a_{18}^1) \chi \\
& (a_6^3 \vee a_7^3 \vee a_9^3 \vee a_{11}^3 \vee a_{12}^3 \vee a_{18}^3 \vee a_{19}^3) \chi (a_2^4 \\
& \vee a_5^4 \vee a_6^4 \vee a_{10}^4 \vee a_{11}^4 \vee a_{13}^4 \vee a_{19}^4) \chi (a_1^5 \\
& \vee a_3^5 \vee a_5^5 \vee a_{10}^5 \vee a_{12}^5 \vee a_{15}^5 \vee a_{17}^5 \vee a_{18}^5 \vee a_{20}^5) \chi (a_1^8 \\
& \vee a_4^8 \vee a_5^8 \vee a_6^8 \vee a_{10}^8 \vee a_{13}^8 \vee a_{14}^8 \vee a_{15}^8 \vee a_{18}^8 \vee a_{20}^8) \chi (a_1^9 \\
& \vee a_4^9 \vee a_5^9 \vee a_7^9 \vee a_8^9 \vee a_9^9 \vee a_{10}^9 \vee a_{13}^9 \vee a_{20}^9) = a_1^{5|8|9} \vee a_2^4 \vee a_3^5 \\
& \vee a_4^{8|9} \vee a_5^{1|4|5|8|9} \vee a_6^{1|3|4|8} \vee a_7^{3|9} \vee a_8^9 \vee a_9^{3|9} \vee a_{10}^{4|5|8|9} \\
& \vee a_{11}^{3|4} \vee a_{12}^{3|5} \vee a_{13}^{4|8|9} \vee a_{14}^{1|8} \vee a_{15}^{5|8} \vee a_{16}^1 \vee a_{17}^5 \\
& \vee a_{18}^{1|5|8} \vee a_{19}^4 \vee a_{20}^{5|8|9} \\
& \dots
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& F(A,1) \chi F(A,2) \chi F(A,3) \chi F(A,4) \chi F(A,5) \chi F(A,6) \chi F(A,7) \chi F(A,8) \chi F(A,9) \chi F(A,10) \\
& \chi F(A,11) \chi F(A,12) \chi F(A,13) \chi F(A,14) \chi F(A,15) \chi F(A,16) \chi F(A,17) \chi F(A,18) \chi F(A,19)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \chi F(A, 20) = \left(a_5^1 \vee a_6^1 \vee a_{14}^1 \vee a_{16}^1 \vee a_{18}^1 \right) \chi \left(a_4^2 \vee a_5^2 \right. \\
& \vee a_6^2 \vee a_7^2 \vee a_8^2 \vee a_9^2 \vee a_{10}^2 \vee a_{12}^2 \vee a_{14}^2 \vee a_{16}^2 \left. \right) \chi(a_6^3 \\
& \vee a_7^3 \vee a_9^3 \vee a_{11}^3 \vee a_{12}^3 \vee a_{18}^3 \vee a_{19}^3) \chi(a_2^4 \\
& \vee a_5^4 \vee a_6^4 \vee a_{10}^4 \vee a_{11}^4 \vee a_{13}^4 \vee a_{19}^4) \chi(a_1^5 \\
& \vee a_3^5 \vee a_5^5 \vee a_{10}^5 \vee a_{12}^5 \vee a_{15}^5 \vee a_{17}^5 \vee a_{18}^5 \vee a_{20}^5) \chi(a_1^6 \\
& \vee a_2^6 \vee a_{12}^6 \vee a_{20}^6) \chi(a_7^7 \vee a_9^7 \vee a_{11}^7 \vee a_{16}^7 \vee a_{17}^7 \vee a_{18}^7 \vee a_{19}^7) \chi(a_1^8 \\
& \vee a_4^8 \vee a_5^8 \vee a_6^8 \vee a_{10}^8 \vee a_{13}^8 \vee a_{14}^8 \vee a_{15}^8 \vee a_{18}^8 \vee a_{20}^8) \chi(a_1^9 \\
& \vee a_4^9 \vee a_5^9 \vee a_7^9 \vee a_8^9 \vee a_9^9 \vee a_{10}^9 \vee a_{13}^9 \vee a_{20}^9) \chi(a_1^{10} \\
& \vee a_4^{10} \vee a_8^{10} \vee a_{10}^{10} \vee a_{17}^{10} \vee a_{19}^{10} \vee a_{20}^{10}) \chi(a_3^{11} \\
& \vee a_4^{11} \vee a_5^{11} \vee a_6^{11} \vee a_7^{11} \vee a_8^{11} \vee a_9^{11} \vee a_{11}^{11} \vee a_{13}^{11} \vee a_{15}^{11} \vee a_{16}^{11}) \chi(a_5^{12} \\
& \vee a_6^{12} \vee a_7^{12} \vee a_9^{12} \vee a_{11}^{12} \vee a_{13}^{12} \vee a_{18}^{12}) \chi(a_1^{13} \\
& \vee a_2^{13} \vee a_4^{13} \vee a_7^{13} \vee a_8^{13} \vee a_{10}^{13} \vee a_{12}^{13} \vee a_{13}^{13} \vee a_{14}^{13} \vee a_{15}^{13} \vee a_{17}^{13} \vee a_{19}^{13} \vee a_{20}^{13}) \\
& \vee a_4^{14} \vee a_7^{14} \vee a_8^{14} \vee a_9^{14} \vee a_{11}^{14} \vee a_{12}^{14} \vee a_{15}^{14} \vee a_{16}^{14} \vee a_{17}^{14} \vee a_{18}^{14}) \chi(a_4^{15} \\
& \vee a_6^{15} \vee a_7^{15} \vee a_8^{15} \vee a_9^{15} \vee a_{10}^{15} \vee a_{11}^{15} \vee a_{12}^{15} \vee a_{15}^{15} \vee a_{18}^{15} \vee a_{19}^{15}) \chi(a_5^{16} \\
& \vee a_8^{16} \vee a_9^{16} \vee a_{12}^{16} \vee a_{14}^{16} \vee a_{18}^{16}) \chi(a_1^{17} \\
& \vee a_4^{17} \vee a_5^{17} \vee a_6^{17} \vee a_7^{17} \vee a_8^{17} \vee a_{13}^{17} \vee a_{15}^{17} \vee a_{17}^{17} \vee a_{19}^{17} \vee a_{20}^{17}) = \\
& a_1^{5|6|8|9|10|13|17} \vee a_2^{4|6|13} \vee a_3^{5|11|14} \vee a_4^{2|8|9|10|11|13|14|15|17} \\
& \vee a_5^{1|2|4|5|8|9|11|12|16|17} \vee a_6^{1|2|3|4|8|11|12|15|17} \vee a_7^{2|3|7|9|11|12|15|17} \\
& \vee a_8^{2|9|10|11|13|14|15|16|17} \vee a_9^{2|3|7|9|11|12|14|15|16} \vee a_{10}^{2|4|5|8|10|13|15|9} \vee a_{11}^{3|4|7|11|14|15}
\end{aligned}$$

$$\begin{array}{cccc}
 \bigvee_{a_{12}}^{2|3|5|6|13|14|15|16} & \bigvee_{a_{13}}^{4|8|9|11|12|13|17} & \bigvee_{a_{14}}^{1|2|8|13|16} & \bigvee_{a_{15}}^{5|8|11|13|14|15|17} \\
 \bigvee_{a_{16}}^{1|2|7|11|14} & \bigvee_{a_{17}}^{5|7|10|13|14|17} & & \\
 \bigvee_{a_{18}}^{1|3|5|7|8|12|14|15|16} & \bigvee_{a_{19}}^{3|4|7|10|13|15|17} & \bigvee_{a_{20}}^{5|6|8|9|10|13|17} &
 \end{array}$$

При виконанні підбору персоналу в проєктну команду найменший розмір проєктної команди з можливого вибору наявних представників становить 4 особи. Тобто виконуються такі умови, коли всі члени проєктної команди можуть виконати всі задачі з виставленими параметрами та характеристиками у відповідності до їх компетентностей у цих задачах – хоча б один член команди володіє необхідними навиками для виконання кожної задачі. Відповідно при збільшенні можливих учасників проєкту, кількість задач за певними характеристиками може бути розподілена між тими учасниками, що мають відповідний рівень кваліфікації, відповідно чим більше учасників можуть виконувати одну і ту ж задачу, тим більше варіантів для визначення ймовірного виконавця ми отримуємо.

2.4 Програма виконання проєкту

Управління проєктами, як і будь-яка діяльність, передбачає умовно послідовне виконання взаємопов'язаних задач. В зв'язку з чим, основним засобом представлення даних про проєкт розробки та впровадження ІТ-систем доцільно використати мережеві діаграми – діаграми Гандта [147, 195, 197, 199]. На таких діаграмах зобразимо номенклатуру послідовності робіт проєкту, що взаємозалежні в умовах розробки та впровадження ІТ-систем та поєднані одна з одною в умовному часовому масштабі для представлення та відображення процесів ходу виконання робіт [125, 162].

При розробці плану дій розробки та впровадження ІТ-систем, з вихідною позицією формулювання мети та цілей проєкту та кінцевою – аналіз та прийняття результатів впровадження – постає задача розробки методики систематичних уніфікованих дій, що враховують всі стадії реалізації проєкту [147].

Якщо зробити узагальнене представлення списку робіт проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем, без врахування особливостей виконання кожної ітерації та підфункції проєкту, то схематичне представлення послідовності управління проєктом можна візуалізувати на рис. 2.4. (Слід підкреслити, що на рис. 2.4 терміни реалізації робіт вказані умовно, а відображення часу не враховує співвідношень чи інших часових параметрів, тобто представлення має умовно-візуальний характер).

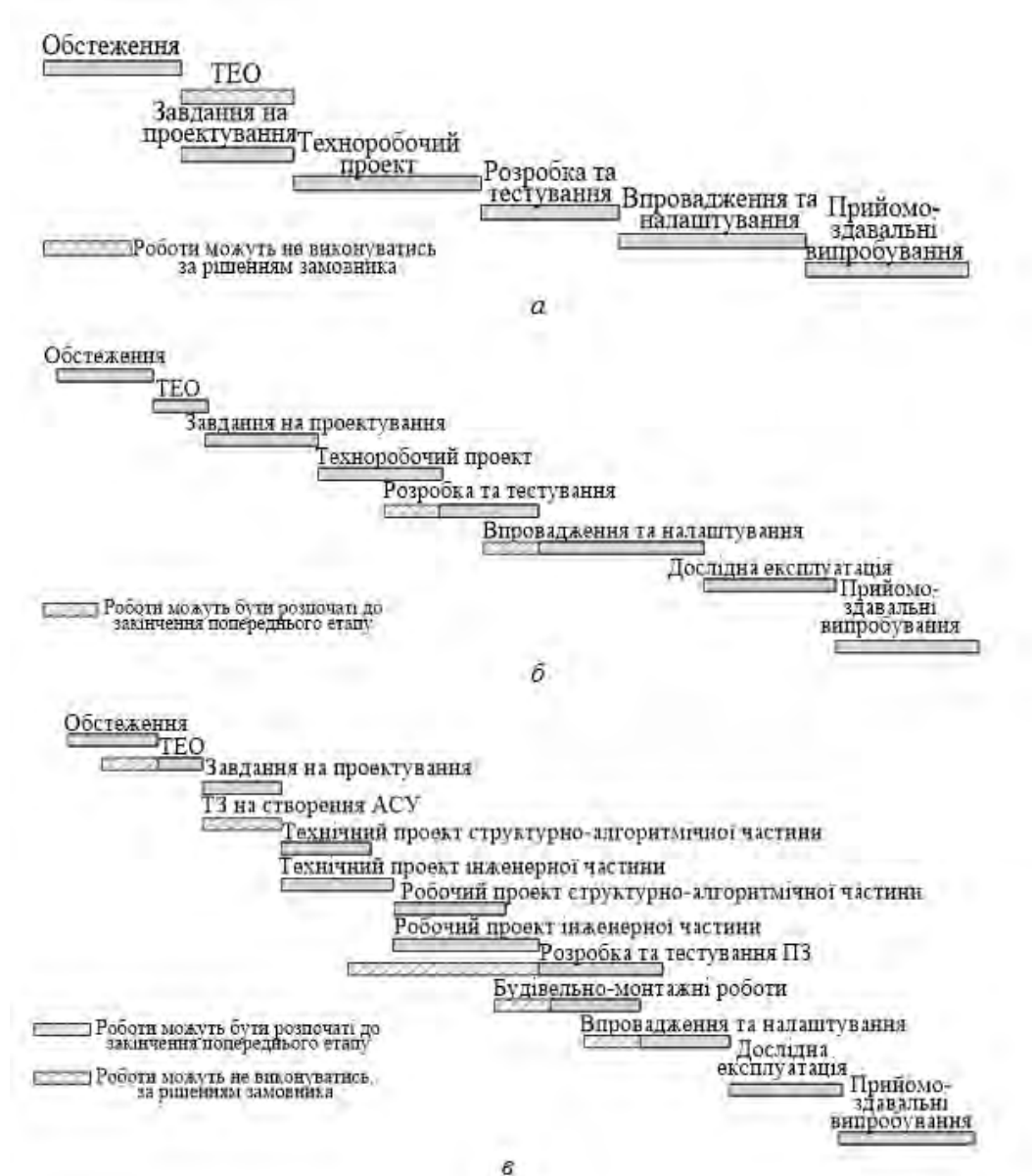


Рисунок 2.3 – Представлення послідовності виконання робіт проєкту (а – впровадження готового програмного продукту/системи; б – впровадження системи, що потребує переналаштування під бізнес-процеси замовника, в – розробка та впровадження комплексної системи)

При більш детальному аналізі задач проєкту визначаємо, що кожна з робіт має свої вкладені підзадачі, що доцільно зображувати вигляді таблиці, де будуть виділені: назва роботи; тривалість; взаємозв'язки робіт (попередники, наступники, паралельні роботи) тощо. Для деталізації роботи можна визначити необхідні параметри, які представляти як записи в окремих стовпцях таблиці. Для повномасштабного управління проєктом з розробки та впровадження ІТ-систем необхідно спроектувати графіки виконання проєкту, моніторингу ходу та аналізу результатів робіт проєкту на основі співставлення прогнозованих та фактичних показників завершення проєкту.

Деталізований план виконання проєкту може забезпечити мінімальні відхилення щодо його реалізації, проте в розробці ІТ-систем можливе настання умов, коли проєктні роботи вимагають кардинальних змін чи перепроєктування, оскільки мають місце впливу: розвиток технологій, умови реалізації та розвитку, фактори аналітики роботи компанії чи проведення реінжинірингу процесів управління. Тому і постає проблема, що деталізований план має мати можливість врахування відхилень та ризиків, що тягнуть за собою вказані фактори, тому потрібно визначити межу опису ходу реалізації проєкту – представлений план впровадження, при якому в достатній мірі розписано послідовність дій, але в той же час маємо можливість індивідуального підходу в реалізації проєкту конкретною командою в індивідуальному просторі клієнта, з відображенням спроектованого алгоритму дій реалізації проєкту, що забезпечує досягнення поставленої мети.

Реалізація проєкту – це найбільш складний етап проєктного управління, що в процесі реалізації базується на врахуванні різноманітних обмежень щодо цілей та мети, функцій та задач, ресурсів та виконання, технічних та інструментальних засобів, часу тощо.

Виділимо основні чинники щодо успішної реалізації проєкту:

- умовне обмеження часу виконання кожного виду робіт (з врахуванням складових частин – підзадач), з дотриманням графіків послідовності реалізації робіт;

- моніторингу та дотримання планових норм використання ресурсів на виконання проєктних робіт, в тому числі технічних та фінансових;
- залучення кваліфікованих фахівців на виконання відповідних проєктних робіт (враховуючи показники фаховості та компетенції кадрів).

Визначивши основні складові реалізації проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем, потрібно проаналізувати, яким чином їх використання впливає на показники результативності виконання проєкту.

Найбільш поширеними впровадженням ІТ-систем є інсталяція готового програмного продукту з адаптацією під потреби замовника. Тому важливим фактором в таких впровадження є аналітика та розробка, що ґрунтується на практичному досвіді учасників проєктної команди.

Згідно SWEBOOK 2004 розробка ПЗ включає в себе використання 10 основних галузей знань [27, 113]:

1. Software requirements – програмні вимоги.
2. Software design – дизайн (архітектура).
3. Software construction – конструювання ПЗ.
4. Software testing – тестування.
5. Software maintenance – підтримка ПЗ.
6. Software configuration management – конфігураційне управління.
7. Software engineering management – управління програмною інженерією.
8. Software engineering process – процеси програмної інженерії.
9. Software engineering tools and methods – інструменти й засоби.
10. Software quality – якість ПЗ.

Відповідно кожна галузь знань в проєктному управлінні повинна бути забезпечена відповідними компетентнісними показниками учасників проєктної команди.

2.5 Формування когнітивних карт в моделі Марківських процесів

При використанні когнітивного моделювання процесів управління ІТ-проєктами можемо використати когнітивну карту, що відображає в своєму представленні орієнтований зважений граф, в якому [22, 163]:

- вершини представлені базисними факторами (станами) проєкту, та можуть бути верифіковані з відхиленням надлишкових параметрів;
- безпосередні зв'язки між параметрами кваліфікації, що відображають причинно-наслідкові ланцюги, які характеризують впливи певного фактору на інші параметри. Такі впливи можуть бути позитивними, негативними, або змінного характеру.

Когнітивна карта представляє структуру зв'язків між визначеними факторами [177] (рис.2.4). У випадку динамічної зміни факторів ситуаційного характеру такі коригування не відбивають суть впливу самих чинників. Відображення динамічних змін та впливів в когнітивній карті можливо лише на наступному рівні представлення інформації в когнітивної моделі. На кожному рівні відповідний зв'язок між факторами може бути представлено у відповідному рівнянні, що містить як кількісні (вимірювані) змінні, так і якісні (нечіткі) вирази [18]. При відображенні факторів всі кількісні змінні представляємо у вигляді їх чисельних значень, в той же час кожній якісній змінній виставляємо сукупність кваліфікаційних змінних [71], що характеризують різні стани цієї змінної, при цьому кожна змінна кваліфікації виражається числовим еквівалентом за шкалою [0..1].

При трансформації когнітивної карти в Марківський ланцюг з відображенням якісних оцінок компетентнісних характеристик представлених членів проєктної команди створимо багатовекторну картину стану виконання проєктних функцій з врахуванням параметрі прогнозування.

$$= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0,4 & 0,3 & 0 & 0,5 & 0,5 & 0,6 & 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0 & 0 & 0,2 \\ 0 & 0 & 0 & 0,3 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,4 & 0,5 & 0,7 & 0,3 & 0 & 0,4 & 0,6 & 0,1 & 0 & 0,6 \\ 0,2 & 0,4 & 0 & 0,7 & 0,6 & 0 & 0 & 0,2 & 0,6 & 0 & 0,4 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0,3 \\ 0,8 & 0,3 & 0,5 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0,4 & 0,7 & 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0,7 \\ 0 & 0,6 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0,9 & 0 & 0,7 & 0,3 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0 & 0,4 \\ 0 & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0,4 & 0,2 & 0 & 0,4 & 0,7 & 0,2 & 0,5 & 0,3 \\ 0 & 0,7 & 0,7 & 0 & 0 & 0 & 0,3 & 0 & 0,5 & 0 & 0,3 & 0,7 & 0 & 0,6 & 0,4 & 0,4 & 0 \\ 0 & 0,6 & 0 & 0,5 & 0,6 & 0 & 0 & 0,8 & 0,8 & 0,7 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5 & 0,2 & 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0,5 & 0,7 & 0 & 0 \\ 0 & 0,8 & 0,2 & 0 & 0,2 & 0,8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,7 & 0,7 & 0,5 & 0,6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,9 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0,7 & 0 & 0,7 & 0,9 & 0,6 & 0 & 0 & 0 & 0,4 \\ 0,5 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0 & 0,8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,7 & 0 & 0 & 0,7 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0,7 & 0,6 & 0,4 & 0 & 0,3 \end{pmatrix}$$

Значення перехідних ймовірностей f_{ij} розрахуємо за допомогою експертних методів. Для представлених даних у матриці перехідних ймовірностей, для заданих функціональних задач проєкту, при відповідних значеннях щодо значень кваліфікаційних характеристик кожного члена проєктної команди на початку розподілу задач проєкту, можна знайти ймовірності станів $f_{1k}, f_{2k}, \dots, f_{15k}$ після будь-якого k -го кроку. За результатами моделювання станів системи для представленої матриці умовних перехідних ймовірностей побудуємо графік зміни ймовірностей (рис.2.5).

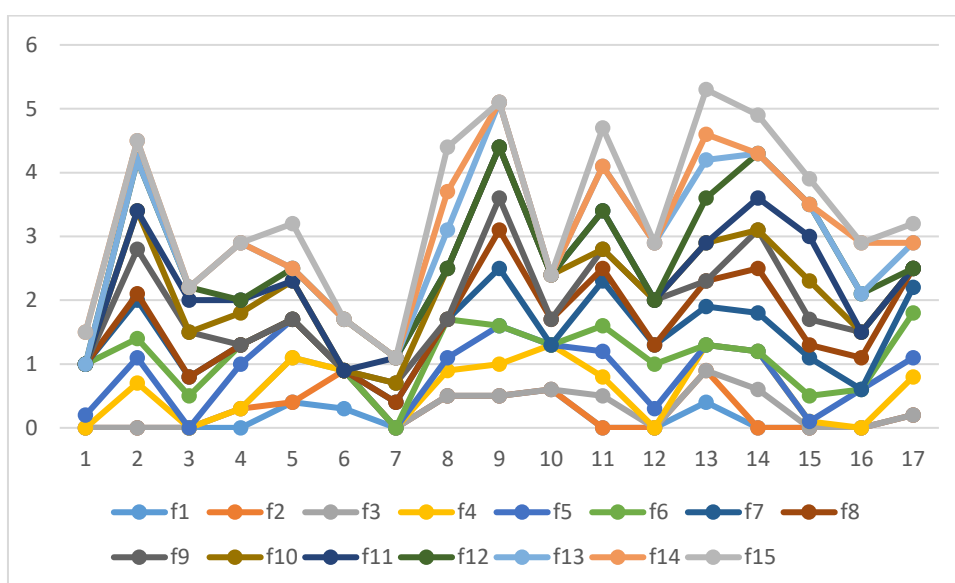


Рисунок 2.5 – Графік зміни ймовірностей

За представленими результатами аналізу ймовірності станів виконання функціональних характеристик виконавців отримуємо прогнозування та оцінювати результативність виконання проєктів. Зокрема за даними рис 2.5 за рівнями компетентності виконавців та кількості виконавців, що мають компетенції щодо виконання задач проєкту отримуємо найбільш високі результати кваліфікації та можливість альтернативного вибору серед виконавців в наступних функціях: 2, 8,9,11,13,14. В той же час задачі реалізації проєкту 1, 6, 7 будуть найбільш складними для реалізації, оскільки маємо найменшу кваліфікацію членів проєктної команди за даною функцією, та найменшу кількість членів проєктної команди, що можуть бути призначені на виконання робіт за даним функціоналом.

2.6 Характеристика представлення моделі управління проєктами

Для об'єднання основних функції управління проєктами з інструментарієм [17, 152, 157], який застосовується для даних цілей, можна за допомогою представлення моделі управління проєктами (рис. 2.6).

Ефективність проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем залежить від прийнятих рішень на кожній стадії чи фазі його реалізації [86].

Після встановлення цілей та опису основних вимог до проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем, в управлінні проєктом починається фаза планування. Для декомпозиції проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем доступні для огляду (на етапі планування) та керування (на етапі реалізації) частини використовується структура декомпозиції робіт — WBS (Work Breakdown Structure) [26]. Тобто виконується постановка усіх задач, які потрібно виконати в межах проєкту з максимальною деталізацією, коли виконавцем кожної окремої задачі може виступати лише одна особа з організаційної структури. така задача має бути обмежена в часі для виконання контролюючих заходів по ходу її реалізації. Обмеження таких часових норм визначається моделлю ведення проєкту [142].

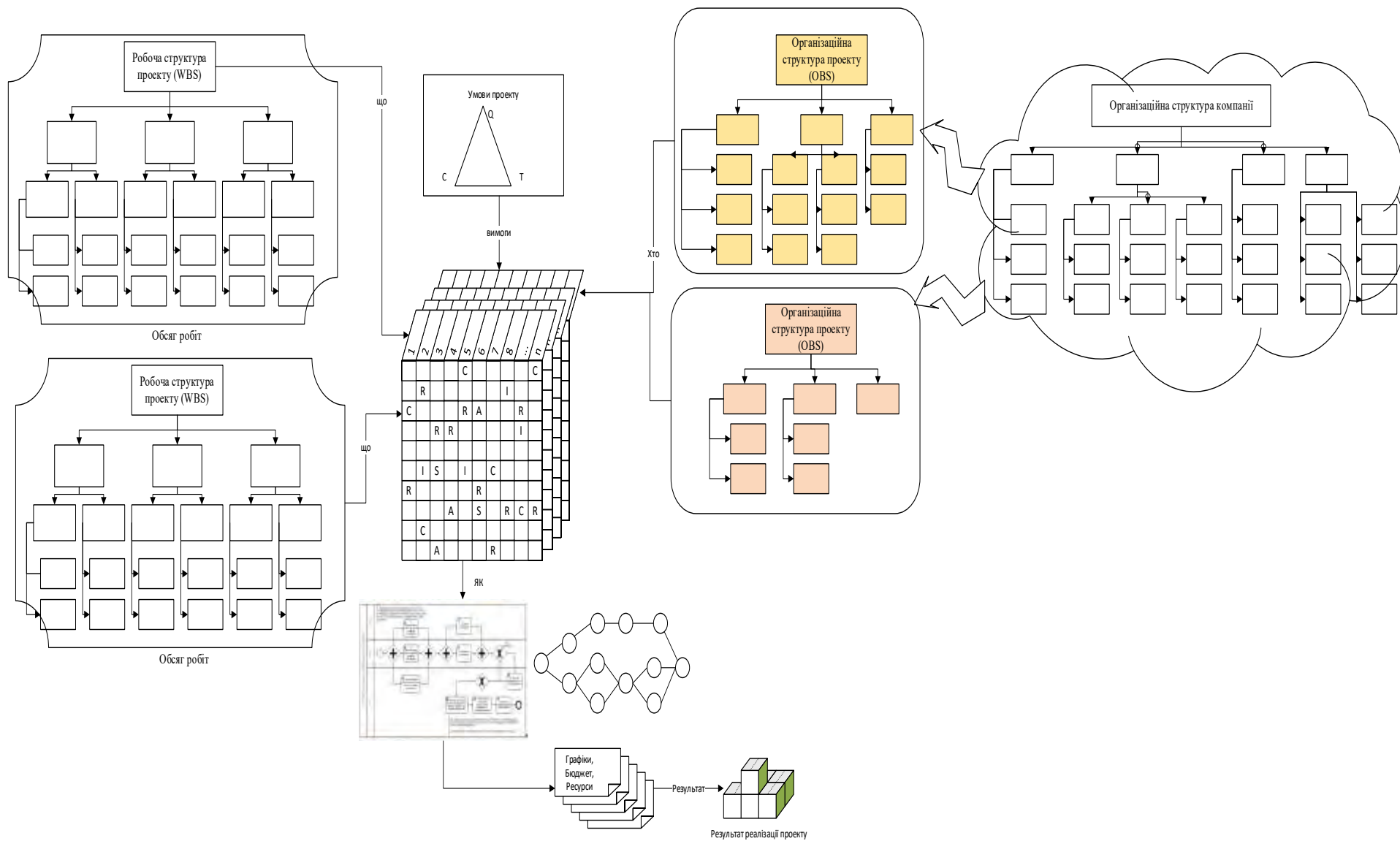


Рисунок 2.6 – Модель управління проектом

Після формування WBS потрібно виконати призначення виконавців на ці роботи, які відображені в організаційній структурі проєкту OBS (Organization Breakdown Structure). З даною структурою визначаються відносини між учасниками проєкту, їх взаємодія, ієрархія, відповідальність і повноваження в процесі реалізації проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем. Залежно від типу проєкту, умов виконання, функціональних параметрів, його масштабів і характеру для реалізації можуть залучатись від одного до декількох десятків виконавців, які набувають конкретного призначення на визначену роль/ролі в даному проєкті — отримують свої функції, ступінь залучення в проєкті.

Визначним параметром для такого призначення є команда проєкту — обмежена організаційною структурою, яку очолює менеджер проєкту і включає трудові ресурси, які будуть задіяні на проєктні роботи [46]. Такими виконавцями можуть виступати як і основні трудові ресурси, так і трудові ресурси підрядних організацій і вільно-наймані співробітники – freelancer.

Опис професій проєкту визначаємо у відповідності то рамки професійної кваліфікації (див. розділ 1), з деталізацією функціональних задач, на які може бути задіяний даний трудовий ресурс в рамках його діяльності. Ґрунтуючись на матричній організаційній структурі, для визначення питання відповідальності за роботи формуємо матрицю відповідальності, де визначаємо виконавців та відповідальних за реалізацію робіт, такий інструмент дозволить вирішити можливі проблеми при виявленні претензій чи зауваження до робіт.

Планування термінів виконання проєктних робіт реалізується складанням графіків, що обчислюються на основі параметрів виконання за методом критичного шляху з подальшою розробкою діаграм Гандта. При плануванні обов'язково враховуються залежності між роботами та вимоги до кваліфікації персоналу, що беруть участь в таких роботах.

На етапі реалізації проєкту домінує функція контролю. Оскільки в процесі реалізації проєкту роботи можуть бути зміщені в часі, додані нові роботи, що

вимагають перегляду планів, тоді потрібно оперативно вносити зміни в план, щоб максимально знизити подальші ризики та відхилення. Завдяки контролю та спостереженню за проєктними роботами реалізується можливість узгодження плану у відповідність зі змінами, що відбулися.

Таким чином, у моделі управління проєктом з розробки та впровадження ІТ-систем зведені разом цілі, функції та інструменти проєктного менеджменту (керівника проєктів), які узагальнені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристика управління проєктом

Частина моделі	Інструмент	Характеристика
Цілі	Контракт	Визначаються вимоги до проєкту з огляду на обсяги, витрати, час і якість. Наголошення на пріоритет вимог.
Що (обсяг)	WBS	Визначаються обсяги робіт розробкою робочої структури проєкту
Хто (команда)	OBS	Призначення керівника проєкту, формування команди та створення функціональної структури на проєкт. Порівняння вимог проєкту зі здібностями виконавців.
Хто що робить (відповідальність)	Матриця відповідальності	Створення матриці відповідальності – закріплення робіт за виконавцями та визначення рівня відповідальності.
Як (плани)	Сітьові графіки, діаграми Ганта, ресурсні гістограми	Узгодження планів виконання проєкту щодо встановлених цілей і взаємовідношень робочих елементів.
Коли і скільки (контроль)	Інформаційні та аналітичні звіти	Визначення документів, на основі яких виконується перевірка та контроль термінів, обсягу, бюджету проєкту.

Визначимо перелік основних кроків у плануванні проєктів

1. Встановити:

а) дати старту та завершення, бюджет, контракт, технічні результати;

б) внутрішні цілі — контрольні, реперні точки (milestones), тобто параметри, що будуть моніторитись в ході реалізації для фіксації проміжних результатів-подій, вчасне виконання яких дасть змогу досягти загальної мети проекту;

в) перелік відповідальних осіб та відділів, що реалізують виконання проекту.

2. Розробити план реалізації проекту з розробки та впровадження ІТ-систем, у якому визначити:

а) перелік всіх робіт за проектом;

б) робочу структуру проекту;

в) взаємопов'язану послідовність робіт, попередні, наступні, та паралельні роботи.

3. мережевий граф виконання робіт проекту.

4. календарний план з врахуванням послідовності та тривалості робіт.

5. відношення робіт до виконавців, що можуть її виконати.

Дана послідовність етапів, з представленням доповнення елементами структуризації проекту, відображені на рис. 2.7.

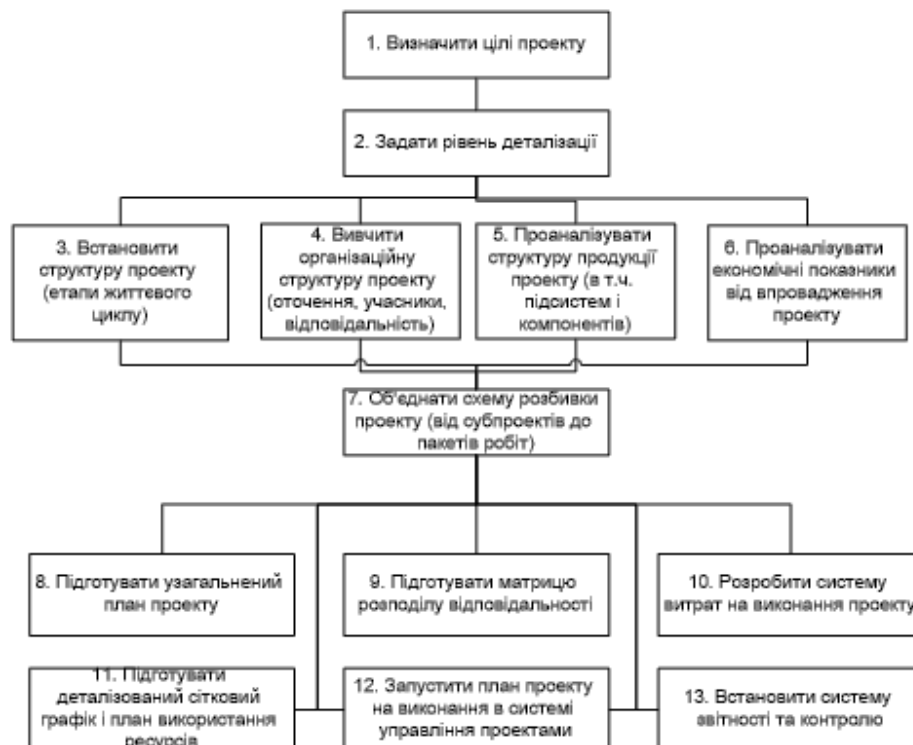


Рисунок 2.7 – Етапи планування і розбивки проекту

Проектне управління передбачає виконання наступних кроків у створенні плану виконання проєктів:

1. Встановити:
 - дату початку та завершення, фінансові та технічні параметри;
 - перелік внутрішніх цілей та реперні точки для проведення моніторингу параметрів досягнення визначених цілей;
 - відповідальних виконавців та залучених осіб, що безпосередньо є виконавцями проєкту.
2. Розробити план, що визначатиме:
 - перелік проєктних робіт;
 - робочу структуру проєкту (WBS);
 - логічну взаємопов'язаність робіт.
3. Побудувати планової діаграми ходу реалізації проєкту (мережевий граф).
4. Визначити тривалість робіт (календарний план, діаграма Ганта).
5. Визначити витрати та залучення ресурсів, в тому числі і трудових за кожною з планових робіт.

2.7 Календарне планування робіт

Ключовим у розробці плану виконання робіт проєкту являється побудова календарно-мережевого графу [148]. При формуванні календарного плану обов'язково потрібно враховувати наступні фактори та обмеження: тривалість виконання робіт, ліміт використання ресурсів (в ІТ-проєктах в першу чергу трудових), зв'язаність та послідовність робіт, особливості реалізації та виконання робіт. Такий розподіл вирішується завдяки чіткому опису параметрів кожної роботи (рис. 2.8, 2.9).

Задачі планування трудових ресурсів виконують в два етапи:

Облік потреб кожної окремої ролі трудових ресурсів та їх згладжування. Дана задача зводиться до включення учасників проєкту в команду проєкту,

побудови гістограм послідовності виконання робіт у відповідності до календарно-мережевого плану.

Розподіл трудових ресурсів, що залежить від прийнятих критеріїв та особливостей накладених обмежень до задачі. Розподіл трудових ресурсів враховують відхилення від заданих термінів при мінімізації термінів настання цільових подій з дотриманням умов обмеженості в ресурсах та задачі оптимізації виділених показників щодо якості використання трудових ресурсів при заданих термінах виконання комплексу робіт усього проєкту.

Раніший початок	Тривалість	Раніше завершення
Назва завдання		
Пізніший початок	Часовий резерв	Пізніше завершення

Рисунок 2.8 – Основні параметри визначення тривалості завдання

Назва завдання	
Запланований початок	Заплановане завершення
Фактичний початок	Фактичне завершення

Рисунок 2.9 –Відображення тривалості завдання

При дослідженні показників розрахунків та параметрів виконання проєкту, необхідно виявити усі можливості та спрогнозувати впливи усіх факторів, розробити план заходів, що сприяють виконанню проєкту. При необхідності, розробити пропозиції відносно скорочення тривалості робіт.

Для управління проєктами розробки та впровадження ІТ-систем характерними є відхилення від запланованих графіків, які виникають через неточності в плануванні, ТЗ чи інші фактори, що суттєво впливають на термін та якість виконання проєкту. Тому постає задача максимально продумати та спланувати роботи ІТ-проєкту, врахувати можливі параметри затримки та відхилень, щоб будь-які зміни, які можуть настати при реалізації (виконанні) робіт проєкту з впровадження ІТ-систем були несуттєвими і не мали критичного впливу на кінцевий результат.

Застосування методу PERT при плануванні термінів реалізації ІТ-проєкту вирішує наступні питання [193]:

При плануванні термінів реалізації проєктних робіт, визначаються:

- Оптимістичний час a_i – час потрібний для виконання i - роботи в найсприятливіших умовах.
- Найбільш імовірний час m_i – час потрібний для виконання i - роботи в нормальних умовах.
- Песимістичний час b_i – час потрібний для виконання i - роботи в несприятливих умовах.

Прогнозований час t_i виконання роботи i враховує всі можливі варіанти ходу її виконання та визначається за формулою:

$$t_i = \frac{a_i + 4m_i + b_i}{6} \quad (2.4)$$

Відхилення в прогнозованих оцінках часу на виконання задач в проєктах визначається на основі розрахунку стандартного відхилення для кожної задачі (формула 2.5) та для проєкту (формула 2.6).

$$\tau_{t_i} = \frac{b_i - a_i}{6}, \quad (2.5)$$

$$\tau_{T_i} = \sqrt{\sum \tau_{t_i}^2}, \quad (2.6)$$

де T_i – тривалість проєкту обчислюється як сума всіх середніх значень часу, запланованих на виконання задач, що складають послідовність критичного шляху.

Ймовірність реалізації проєкту у визначені терміни розраховується як:

$$Z = \frac{T_s - T_i}{\sqrt{\sum \tau_{t_i}^2}}, \quad (2.7)$$

де T_s – тривалість робіт у відповідності до графіку.

При формуванні плану реалізації ІТ-проєкту, окрім розрахунку часу (терміну виконання сукупності усіх проєктних робіт) також враховуються ключові ресурсоформуючі параметри, зокрема кількість задіяних в реалізації

проєкту фахівців та обсяги фінансування - бюджет. При мінімізації кількості задіяних на проєктні роботи виконавців (проєкт може бути реалізовано навіть одним спеціалістом, який має повний спектр володіння компетенціями, що вимагає проєкт) час виконання робіт проєкту буде повністю залежати від зайнятості та можливостей обраних членів проєктної команди. При зменшенні термінів реалізації проєкту, необхідно залучати в проєктну команду додаткові трудові ресурси у відповідності до потреб та параметрів проєкту, але даний фактор призводить до збільшення комунікацій між ними. Тому постає необхідність створення такого плану робіт, який максимально відображав весь перебіг реалізації робіт, за умови залучення відповідних фахівців з визначеними рівнями компетенції у проєктну команду, та оптимальний розподіл проєктних задач між цими членами з дотриманням виділеного на реалізацію проєкту часу.

Модель повноти проєкту можна представити у вигляді паралелепіпеду, що умовно представляє усі складові для забезпечення повної реалізації всіх проєктних робіт. (Рис.2.10)



Рисунок 2.10 – Модель повноти виконання проєктних робіт

Зображена модель визначає складові параметри від яких будуть залежати умовна довжина граней: перелік робіт, кількість виконавців та час, зменшення чи

збільшення кількості одиниць на кожній грані веде за собою зміни у двох інших гранях. Якщо кількість виконавців в проєкті приймемо за незмінну величину – сформована проєктна команда, то, розподіляючи проєктні роботи в відповідному співвідношенні до обраних виконавців, в врахуванням параметрів часу на ці роботи можемо досягати визначеної повноти проєкту – об’єму проєкту.

При створенні плану реалізації ІТ-проєкту можемо коригувати кількість виконавців формуючи проєктну команду. Важливо зазначити, що трудові ресурси найбільш нестійкий параметр, тому при реалізації проєкту команда може змінюватись, залучатись чи виводитись певні фахівці, що потребує враховувати можливі ризики настання таких подій, а всі зміни потрібно вносити у відповідності до правил та умов, що виставлені до проєкту.

При плануванні використання трудових ресурсів для реалізації проєкту необхідно враховувати, що при побудові структури проєкту потрібно спрогнозувати дані витрат по кожній з робіт. Для цього враховується планування деталізації з обмеженнями у вигляді ключових цілей проєкту, при цьому кожне планування складових проєкту нижчого етапу являється ініціацією для внесення коректив та правок у загальний план (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 – Взаємозв’язок структурного планування ресурсів при деталізації розробки плану

Аналіз ресурсного забезпечення щодо можливостей здійснення проєкту вирішується за наступними кроками. Спочатку аналізується наявність ресурсів у відповідності до типів та вимог робіт. Далі проводиться згладжування розподілу задач (по кількості, тривалості, складності) щодо використання трудових ресурсів, що забезпечує зменшення витрат часу і збільшує ефективність робіт.

2.8 Концепція виконання задач проєкту

Для візуалізації стану виконання робіт у реальному часі доцільно використовувати Kanban дошки, що дозволяє визначити та оцінити поточний стан проєкту [196].

- На дошку виносяться виключно роботи проєкту;
- По кожній роботі вказується:
 - Короткий опис;
 - Крайній термін виконання;
 - Відповідальний (якщо вона в роботі);
- Kanban дошка актуалізується та аналізує спільно команду проєкту під час Stand-Up Meeting, внесення змін в проєкт, коригування умов виконання проєкту, настання додаткових подій, що впливають на результати проєкту;
- Для роботи з Канбаном застосовуються зручні програмні інструментарії.

Визначаємо наступні стадії робіт:

- Нова – на даній стадії виконується планування та призначення виконавців на роботи.
- В роботі та Повернена – дана задача має чіткі терміни виконання, вона включає опис реалізації, вказаних виконавців.
- Готова – стан роботи, яка завершена виконавцем та знаходиться на перевірці у постановника.
- Завершена – робота, що повністю виконана і перевірена.

За даним розподілом можемо виділити діаграма згорання завдань (рис. 2.12).

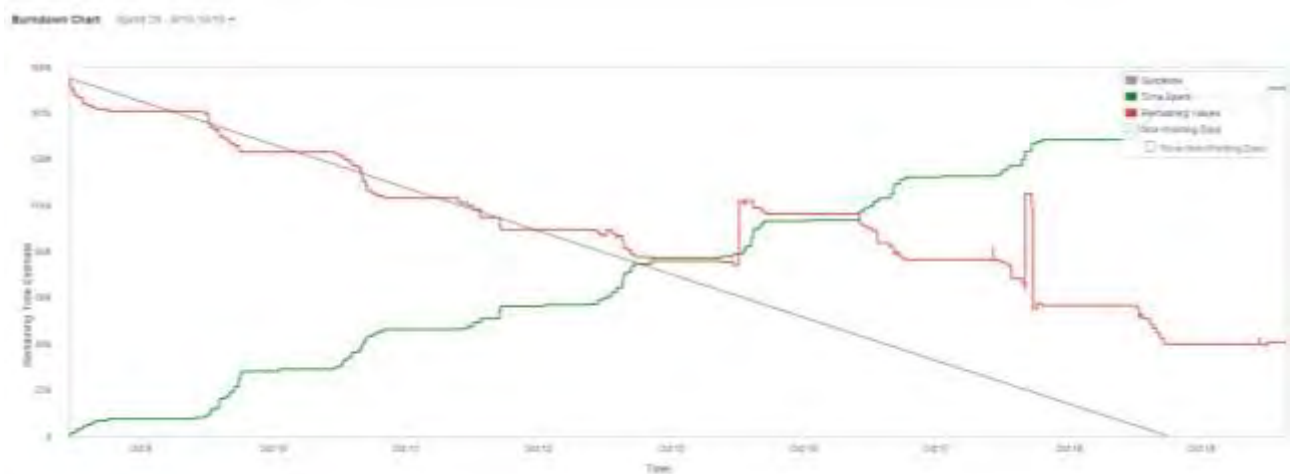


Рисунок 2.12 – Відображення діаграми згорання робіт

Окрім своєї основної функції - візуалізація поточного стану проєкту [144] - діаграма згорання завдань дозволяє оцінити співвідношення продуктивності команди і точності оцінки завдань.

Принципи роботи з діаграмою згорання:

- Вісь X - час, при чому крайня права дата - дедлайн;
- Вісь Y - планові робочі години, причому верхнє число показує суму робочих годин, запланованих до дедлайну (включаючи ризикові та недооцінені завдання);
- Червоний графік показує суму планових (оціночних) годин за незакритими роботами в даному періоді;
- Зелений графік показує суто фактичні години, витрачені на закриті роботи;
- Діаграма згорання актуалізується CSE перед кожним проєктним розподілом та Stand-Up Meeting.

2.9 Планування команди проєкту

Проектування та розробка складних інформаційних систем часто ведеться колективами, що складаються з трудових ресурсів різних відділів, підрозділів та

навіть різних установ. Тому від ретельності та продуманості планування робіт зі створення такої системи напряду залежить успіх цілого проєкту [125, 133]. Основною складовою ІТ-проєктів, є саме трудові ресурси, що є інтегруючою складовою усіх процесів та задач.

Планування робіт на проєктні роботи полягає у визначенні послідовності їх реалізації, призначення виконавців на виділені етапи робіт [13, 167]. При цьому слід брати до уваги обмеженість штату виконавців та можливостей залучення зовнішніх виконавців на конкретні проєктні роботи, наявність суперечностей та узгодженості у розподілі цих ресурсів.

Окремо потрібно зазначити, що призначення на роботи виконавця має відповідати кваліфікаційним вимогам [113] до відповідної задачі (див. п.1.5).

Виконання проєктів розробки та впровадження ІТ-систем супроводжується ризиками з їх реалізації: відхилення від бюджету, термінів впровадження, зміна поставлених задач та функціоналу. Якісне та вчасне виконання проєктних робіт залежить від розподілу задач між учасниками проєкту.

Основними виконавцями проєкту являються учасники, що реалізують весь комплекс робіт від процесу ініціалізації, постановки до задачі, завершення та супроводу проєкту [23, 44]. Саме з цих причин учасники проєкту, є ключовим фактором реалізації проєкту розробки та впровадження ІТ-систем у відповідності до сформованого плану [72].

Керування ризиками накладає умови невизначеності в реалізації та здійснюється на усіх етапах життєвого циклу проєкту розробки та впровадження ІТ-систем з допомогою моніторингу і внесення коректив у план реалізації. Відповідальність за реалізацію проєкту несе менеджер проєкту, керівник проєктної команди, саме від його кваліфікації та правильності розподілу задач між виконавцями, що є членами проєктної команди, залежить результативність проєкту вцілому [78]. Для зваженого призначення виконавців на проєкт розробки та впровадження ІТ-систем – проєктний менеджер постійно повинен відслідковувати кваліфікацію та компетенцію усіх учасників проєктної команди (рис.2.13).

При створенні плану проєкту розробки та впровадження ІТ-систем та розподілі трудових ресурсів, необхідно враховувати непередбачувані ризики, що виникають в процесі невизначеності та планувати резерви трудових ресурсів, що дозволить компенсувати відхилення у виконанні ІТ-проєкту [28]. Кожен резерв, у вигляді представника з відповідною кваліфікацією має бути запланованим з врахуванням витрат на утримання, та втрат, що можуть настати у випадку відхилення сформованого плану. Для компаній, що ведуть декілька проєктів з розробки та впровадження ІТ-систем необхідно створити структуру резерву, визначити пріоритети кожної задачі та функції та важливості ролей учасників у кожному з проєктів розробки та впровадження ІТ-систем [102].

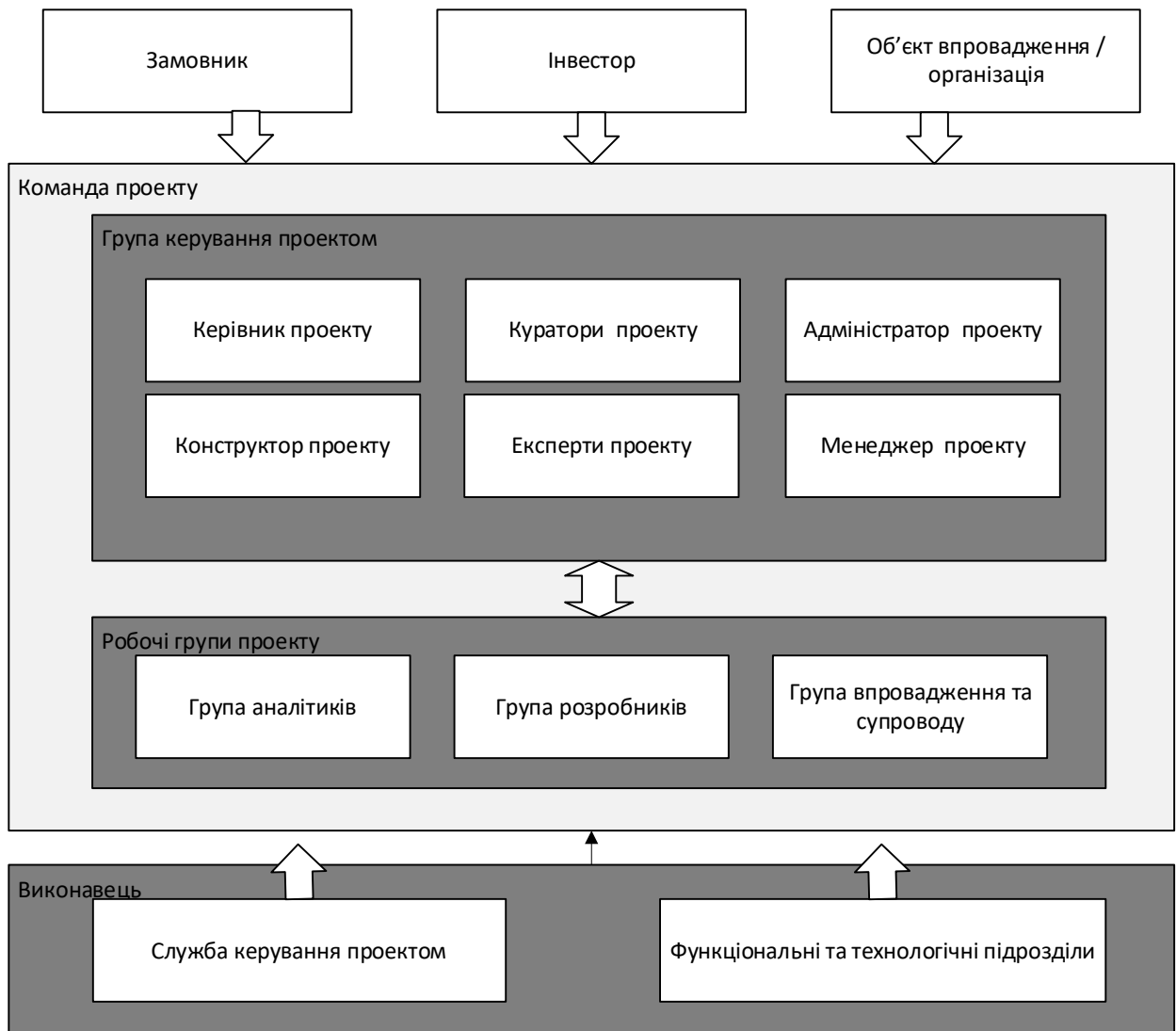


Рисунок 2.13 – Формування команди проєкту на впровадження ІС

Для зниження ризиків на проєктах з розробки та впровадження ІТ-систем потрібно провести попереджуючі заходи:

- Визначити найбільш важливі ризики для конкретного проєкту (часові рамки, ресурси та виконавці, фінансування) та сформулювати стратегічний план у відповідності до обраної стратегії.
- Визначити сума витрат, які необхідні для попередження ризику та нівелювання втрат від настання ризику.
- Визначається пріоритети ходу виконання задач та функцій, що входять в перелік реалізації проєкту розробки та впровадження ІТ-систем.
- Приймаються комплексні рішення щодо попередженню та запобіганню зривів проєкту, через плінність кадрів та умов кадрової політики.
- Кожен з ризиків представити у якісному та кількісному вигляді, коли виконання функціональних задач залежить від складності реалізованої функції і/або кількості учасників, що реалізують конкретну задачу.

Чіткий розподіл задач між учасниками проєктної групи знизить ризики від впровадження та забезпечить виконання регламенту проєкту впровадження інформаційної системи.

У таких умовах для створення плану проєктних робіт пропонується застосування мультиагентної технології.

При проєктуванні автоматизованих систем найбільш природним способом декомпозиції робіт є розподіл завдань проєктування за функціями, визначеними в технічному завданні [82]. У грамотно складеному технічному завданні сформульовані функції (завдання), які виконуватиме система, вимоги до перевірки їх виконання та методи перевірки. Таким чином забезпечується автономність і активність окремих агентів. Однак слід взяти до уваги, що автоматизована система - це не просто набір окремих підсистем [169]. Є безліч проблем, які повинні вирішуватися для системи в цілому, тобто проявлятися комунікативність агентів. Назвемо найбільш типові проблеми:

- Ієрархія виконання окремих функцій. Як правило, найбільш пріоритетними вважаються функції захисту і блокування, особливо для систем управління потенційно небезпечними об'єктами, і цей фактор повинен враховуватися при проєктуванні функцій управління виконавчими механізмами;
- Для забезпечення надійності виконання окремих функцій може знадобитися використання різних видів надмірності: структурної, часової і т.п., що необхідно буде враховувати при конструюванні системи і вирішенні завдань програмування;
- Забезпечення безпеки. По відношенню до так званих проєктним аваріям в системі закладаються функції захисту, виконання яких має попередити або, принаймні, мінімізувати наслідки такої аварії. Проте практично в кожній достатньо складній системі можна виділити певний ланцюжок елементів, поява відмов у якій при певних станах елементів в цьому ланцюжку може викликати аварію в системі, що відноситься до аварій, спровокованих самою системою. Можливість появи таких аварій повинна оцінюватися на етапі проєктування системи. Попередження таких аварій ведеться за допомогою відповідних систем контролю.

2.10 Проєктна методологія управління персоналом

У кожному проєкті використовуються різні методики, інструментальні засоби, а головне людський ресурс, яких в міру своїх знань та навиків буде впливати на формування методології. При формуванні методології одними з визначних факторів будуть: команда розробників, команда користувачів, вимоги до проєкту і його принципи [128].

Перед проєктуванням методології, визначаються головні питання, ролі, види діяльності, цілі, технології та засоби, ресурси, функції, обмежувальні рамки і т.д. [40, 151] До складу методології автоматизації входить цілий комплекс задач, що містять в собі наступні дії:

- Аналіз організаційної і функціональної структури організації.

- Аналіз організації праці і інформаційних потоків в організації.
- Вивчення документообігу, документування і документованого обслуговування діяльності організації.
- Вивчення організації трудового процесу і завантаження робочого часу співробітників організації.
- Вивчення технічного забезпечення робочих місць.
- Проектування раціональної організації і технологічних процесів діяльності функціональних підрозділів.
- Проектування автоматизованих робочих місць.
- Розрахунок кількості обладнання.
- Вибір технічних засобів.

Отже кожна методологія автоматизації повинна визначати комплекс пов'язаних між собою методик, за допомогою яких буде розв'язуватись конкретна задача (сукупність задач) автоматизації [29].

Зазвичай під час впровадження ІС проєктувальники реалізують досить обмежену кількість функцій, і це не дивно зважаючи на кількість ролей, що потрібно задіяти для виконання повно функціональної методології для кожного окремо взятого підприємства [28].

Під складовими методології розуміємо кількість елементів управління в ній, до яких відносяться стандарти, робочі продукти, навички команди розробників і система цінностей, що прийнята в команді розробників, види діяльності, міри якості, технічні засоби інструментарій, техніка і т.д. Кожній з цих складових властиві певні характеристики та функціональні можливості. І ці складові можуть суттєво відрізнятись на різних підприємствах хоча і будуть мати однакову топологію. Кожен проєкт має об'єм. Під об'ємом методології розуміємо кількість людей, що працюють над проєктом, діяльність яких необхідно координувати. Об'єм методології визначається протяжністю життєвого циклу проєкту, різноманітністю ролей і видів їх діяльності, які і намагається охопити собою методологія (рис. 2.14):

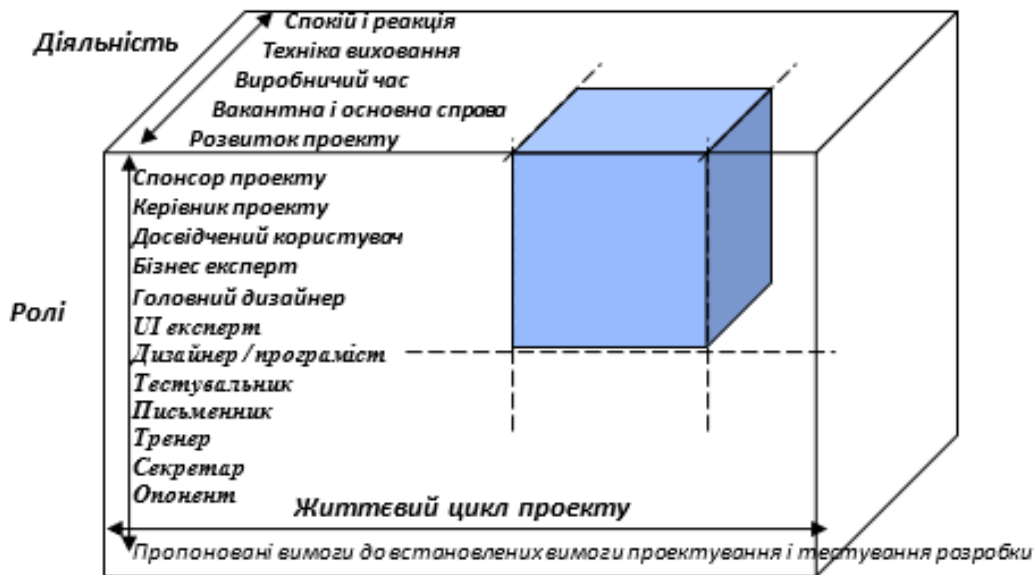


Рисунок 2.14 – «Об’єм» методології.

2.11 Критерії вибору систем управління проектами

Розвиток інформаційних технологій напряду стимулював розвиток інформаційних систем в галузі управління проектами [171]. Розробка таких систем виконувалась на основі аналізу усіх видів діяльності, що пов’язані з проектним управлінням. При створенні систем використовувались методи та методології, що закладені в логіку проектного управління: робота, критичний шлях, діаграма потоку подій, запас часу, діаграма Ганта, віха, ресурс, керівник проекту, ресурс, зміст проекту, Agile, спринт, Scrum, Kanban, Six Sigma, традиційне управління проектом, тощо [80, 169].

Тому ґрунтуючись на багаторічному досвіді провідних компаній світу використаємо уже існуючу систему для управління проектами [73]. Саме у правильності та коректності вибору такої системи полягає можливість її використання та впровадження в компанії з розробки та впровадження інформаційних систем.

Для початку потрібно визначитись, що являється самим важливим в управлінні ІТ-проектами, з особливостями роботи самої компанії, умов ринку, технологічних та апаратних можливостей: терміни, ресурси, процес чи поєднання

всіх цих аспектів, а потім визначити ключові функції, що є ключовими для компанії, що буде використовувати таку систему. Саме на основі аналізу функціоналу, може бути обрана система управління проектами, що дозволить ефективно справитись з задачами і якісно вести проєкт до логічного завершення [141].

Звичайно для підбору системи управління проектами кожна компанія виставляє свої параметри та вимоги, навіть в межах однієї компанії, для управління різними проектами можна підібрати різні системи, оскільки ключові параметри можуть різнитись у проєктах. Проте для якісного управління проектами в межах однієї компанії потрібно обирати одну єдину систему, що задовольняє усім можливим параметрам проєктів, що ведуться на підприємстві, адже проєкти мають чітко визначені терміни і перехід між ними, як для управління, так і для проєктної команди має бути без проходження додаткових навчань та адаптації під нову систему.

Важливо мати єдиний підхід до управління проектами, щоб структурувати свою роботу і не втратити жодної ітерації проєкту.

Підприємства, що займаються створенням та впровадженням інформаційних систем мають певну специфіку роботи і, як наслідок, специфічні вимоги для системи управління проектами [132]. Такі компанії, як правило, мають складну ієрархічну структуру, керівники напрямків, керівники проєктів, керівники груп, а також його велику чисельність персоналу. Управлінські рішення приймаються як керівництвом, так і можуть ініціюватись самими виконавцями робіт. Велика кількість документації, унікальні технології та специфіка продукту призводять до виникнення таких проблем на підприємстві з розробки та впровадження інформаційних систем:

- неповне завантаження персоналу на проєктні роботи, що негативно впливає на собівартість розробки та її конкурентноспроможність на ринку;
- некоректна постановка задач керівництвом, невідповідність задач кваліфікації персоналу, що впливає на якість та результат роботи;

- дефіцит фінансів через нераціональне використання трудових та технічних ресурсів;
- організація графіків робіт, що мають виконуватись періодично;
- дефіцит часу для управлінських дій та рішень;
- керування змінами в документації, тощо.

Для якісного управління процесом розробки та впровадження інформаційних систем необхідна система, що максимально задовольнить вимоги, спрямовані на вирішення існуючих проблем [130], а саме:

- простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- планування робіт, як по висхідній ієрархії так і по спадній;
- контроль рівнів доступу до проєкту та інформації по ньому;
- простота налаштування для вирішення задач на конкретному підприємстві, ділянці, виробничій лінії;
- мобільність використання;
- контроль завантаженості ресурсів;
- контроль документообігу;
- спілкування для обговорення задач по проєкту.

При будь-якому висуненні вимог до системи потрібно виокремити ті, що являються критичними, тобто при невиконанні яких система не приймається до розгляду. Наприклад, сумісність з OS, інтегрованість з певним ПЗ, тощо. Отже, до розгляду та вибору систем можуть бути прийняті лише ті системи, що задовольняють критичні характеристики.

Критичною характеристикою у вимогах до систем управління проєктами визначимо: мобільність (можливість працювати з будь-якої локації), ведення учасників команди проєкту, механізм постановки та контролю за ходом виконання задач, аналіз виконання задач, зайнятість ресурсів, управління складністю задач, відкрита інтеграція/сумісність [1].

Відповідно до вищевказаних вимог розглянемо найбільш поширені системи, що використовуються на ринку України та відповідають критичним вимогам:

- Microsoft Project — програма керування проєктами, розроблена та реалізується корпорацією Microsoft, входить також до пакету Office 365 [75];
- ProjectLibre — безкоштовне хмарне програмне забезпечення для керування проєктами з відкритим програмним кодом в macOS, Linux або Windows, яке підтримує сумісність із файлами Microsoft Project [91];
- Trello — безкоштовна багатоплатформна система керування проєктами, працює за принципом канбан дошок [115];
- Basecamp — це онлайн-інструмент для керування проєктами, спільної роботи і постановки завдань по проєктах [10];
- Pivotal Tracker — онлайн-система для керування процесів розробки проєктів та постановки задач [88].
- Gantter — хмарний-сервіс для керування проєктами [37];
- PayDox — веб-орієнтована система керування завданнями і проєктами [87];
- Project Kaiser — система керування проєктами [90];
- ProjeQtOr — система керування проєктами, завданнями та ресурсами [92];
- TeamBridge — онлайн-сервіс для спільної роботи, керування проєктами та компанією [110];
- Wrike — онлайн-інструмент для керування проєктами та спільної роботи [119].
- Worksection - український онлайн сервіс по керуванню проєктами, командній роботі та контролю над виконанням задач [118].
- Atlassian JIRA — серверний багатоплатформний веб-додаток для керування проєктами, відстежування помилок, призначена для організації спілкування з користувачами та звітності [7];
- Redmine — відкритий серверний багатоплатформний веб-додаток написаний на веб-фреймворку Ruby on Rails для керування проєктами і завданнями (у тому числі для відстеження помилок) та звітності [95];
- Trac — серверний багатоплатформний веб-додаток для керування проєктами і відстеження помилок в програмному забезпеченні [114];

- Easy Projects.NET — це веб-додаток для керування проєктами з розробки програмного забезпечення, написане на .NET компанією Logic Software [35];
- OpenProject — серверний багатоплатформний веб-додаток написаний на веб-фреймворку Ruby on Rails для керування проєктами. Розробка компанії ChiliProject [85];
- GitHub — один з найбільших веб-сервісів для спільної розробки програмного забезпечення, що базується на системі керування версіями файлів Git, та може позиціонувати себе як система керування проєктами [38].

Всі ці системи мають ряд переваг та недоліків, тому потрібно виконати аналіз кожної з представлених систем більш детально і визначити, яка найбільше підходить для вирішення поставлених задач. Для цього для кожної з систем проаналізуємо характеристики, що є визначальними для прийняття рішень. Кожна характеристика отримає свій коефіцієнт впливу на загальний результат, в залежності від важливості цієї характеристики. Кожна характеристика у кожній системі буде набувати значення від 1 до 10, де 1 це найменш приваблива характеристика обраної системи, а 10 - найбільш якісна [171, 197].

Розглянувши найбільш популярні системи, можна підбити підсумки у вигляді таблиці 2.7., де першою колонкою виступають ті вимоги, що висунуті до системи [169]. Враховуючи той факт, що вимоги мають різну ступінь важливості, необхідно врахувати цей фактор обираючи систему. Для цього потрібно ввести ваговий коефіцієнт (внесено у таблицю 2,7, колонка 2), що відповідатиме ступеню важливості певної вимоги до системи. В результаті, отримаємо оцінку можливостей системи, з урахуванням їх значимості і відповідно до цієї оцінки побудуємо діаграму, що дозволить у простій та зрозумілій формі представити, на скільки система задовольняє ряд вимог, з урахуванням їх важливості. Ваговий коефіцієнт $0 < k \leq 1$ відображатиме важливість вимог, умовно поділивши їх за відносною градацією.

При виборі системи, дані коефіцієнти можуть обиратися відповідно до поставлених пріоритетів для кожної з вимог на підприємстві [130].

Таблиця 2.7 - Порівняльна характеристика систем управління проектами

Характеристики	Ваговий кое- фіцієнт харак- теристики, k	Microsoft Project	ProjectLibre	Trello	Basecamp	Pivotal Tracker	Ganster	PayDox	Project Kaiser	ProjeQtOr	TeamBridge	Wrike	Worksection	Atlassian JIRA	Redmine	Trac	Easy Projects.NET	OpenProject	GitHub
Інтерфейс	0,4	5	4	6	4	7	4	6	7	3	4	7	4	5	6	7	5	7	3
Рівні доступу до інформації	0,8	8	7	7	8	6	7	5	7	6	4	9	6	8	4	6	7	5	7
Побудова звітності	1,0	6	7	3	7	4	7	7	7	6	6	5	7	8	9	5	9	6	4
Простота налаштування	0,2	8	3	5	10	4	3	4	5	3	6	5	7	6	6	9	8	5	6
Незалежність від OS	0,6	4	4	5	3	5	3	5	8	4	5	7	3	5	3	4	6	3	5
Мобільність використання	0,9	5	5	5	3	3	5	3	6	5	7	9	7	10	10	6	9	4	7
Контроль завантаженості ресурсів	1,0	5	8	3	10	7	8	3	8	7	3	3	9	9	5	7	10	7	8
Контроль часу	1,0	9	8	6	5	6	5	4	7	7	6	6	4	6	8	7	5	8	7
Контроль документообігу та версій	1,0	6	7	8	9	8	6	4	7	8	10	5	10	5	6	5	8	6	6
Спілкування	0,5	4	3	10	9	4	8	5	7	9	8	6	5	7	6	7	5	8	7
Діаграма Ганта	0,9	8	6	3	4	7	7	4	6	9	3	4	5	2	4	10	2	8	3
Інтеграція з email	0,6	8	8	7	4	5	2	10	7	6	5	7	5	7	3	9	6	7	9
Синхронізація з поширеними сервісами	0,7	9	5	3	8	5	8	9	5	6	3	10	9	9	2	7	2	9	4
Підлаштування під специфіку задач	0,9	8	6	4	9	2	5	4	6	4	9	3	8	7	3	4	2	3	8
Швидкість роботи	0,9	9	4	5	7	5	5	5	7	5	9	9	9	7	8	3	8	9	4
Наявність безкоштовної версії	0,8	6	6	10	4	5	6	5	6	3	5	3	6	7	10	6	4	6	7
Вартість	1,0	6	6	10	5	5	8	7	8	7	3	10	7	6	9	5	7	10	10
Сумарна оцінка		89,3	79,7	76,6	84,2	69,2	79	68,4	89,7	79,4	75,3	83,3	89,3	89,6	82,3	80,1	81,4	87,5	83,1

Перелік характеристик, пріоритетів та виставлення по них оцінок можуть виконувати всі члени проєктної команди та фахівці в системах управління проєктами, що зацікавлені в якісному проєктному управлінні.

В даному випадку для кожної системи візьмемо відповідні дані з таблиці 1 і визначимо рейтинг для кожної з наведених систем за формулою (2.8):

$$R = \sum_{i=1}^{n-1} (k_i * m_i) + c \quad (2.8)$$

де R - рейтинг нашої системи, $n-1$ - загальна кількість можливостей, що задовольняють множину вимог, крім ціни, k_i – ваговий коефіцієнт i - вимоги, m_i – якісний коефіцієнт задоволення i – вимоги, c – коефіцієнт ціни, що відповідає значенню 10 для найнижчої ціни і зменшується, наближаючись до 0 для вищих цін.

У виробничих умовах можливе пред'явлення інших вимог до систем, що наводяться у таблиці 2.7 Саме зважаючи на особливості виконання робіт можна коригувати критерії, що висувуються до системи, та їх значимість. При виборі можуть бути розглянуті інші системи управління проєктами.

Після проведення необхідних розрахунків отримали числові дані, що відповідають рейтингу кожної з систем. Наприклад, для розглянутих систем рейтинг буде відповідати наступним значенням: Project Kaiser – 89.7, Atlassian JIRA – 89.6, Microsoft Project – 89.3, Worksection – 89.3 і т.д.

Однак, для більшої зручності представлення результатів вибору, на основі отриманих даних будемо діаграму, що візуально покаже, на скільки кожна з систем задовольняє висунутим вимогам.

В загальному вигляді діаграма для вибору системи зображена на рис.2.15:

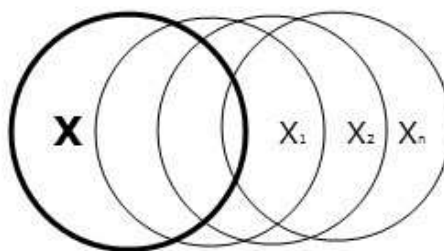


Рисунок 2.15 – Діаграма множин вимог та можливостей систем

де X – множина вимог до системи, $X_1, X_2, \dots, X_n$ – множини можливостей систем.

Множини можливостей систем наносяться на множину вимог відповідно до ступеню задоволення ними вимог, тобто, площа перетину множини X з множиною X_i , пропорційна величині рейтингу для n -системи. За рахунок такого представлення результатів, вибір системи зведеться до вибору i -системи, що відповідає множині X_i з найбільшим перетином множини X . Наприклад, для розглянутих систем множина X_1 відповідала б системі Project Kaiser, що має найбільше значення рейтингу, X_2 – Microsoft Project та Atlassian JIRA, X_3 – Microsoft Project та Worksection і т.д.

Проектні команди при виборі системи управління проєктами повинні обрати перелік систем для досліджень та чітко висунути вимоги, які повинна задовольняти система. Особливу увагу необхідно приділити розмежуванню важливостей по кожному критерію. Саме за такими даними можна приймати рішення по використанню необхідної системи. Використання системи, що найбільше відповідає виробничим функціям управління, забезпечить підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку та розвиток підприємства в цілому, за рахунок усунення недоліків суб'єктивного управління керівництвом.

Після проведеного аналізу ми отримали результат в 4 системи, що мають несуттєві відмінності в наборі параметрів щодо прийняття рішення для вибору системи. Тому постає питання використання більш прогресивних методик для прийняття рішень з вибору системи управління проєктами.

Висновки по розділу 2

Представлено розробку методів та моделей формування проєктної команди, враховано особливості роботи ІТ-компаній, що мають обмежений ресурс у відповідності до ролі та наявних функціональних компетенцій виконавців. Доведено взаємозалежність функціонального підбору в залежності від робочої структури (WBS) та організаційної структури проєкту (OBS).

Представлено алгоритм формування проєктної команди на основі матриці компетенцій, характеристик та функціонального розподілу.

Розроблено алгоритм формування проєктної команди на основі матриці компетенцій, характеристик та функціонального розподілу. Виконано підбір членів проєктної команди на основі 20 учасників, що можуть залучатись на виконання 17 проєктних функціональних задач. Представлено алгоритм формування розміру проєктної команди, що базується на оцінках вартості розробки кожної окремої функціональної задачі проєкту, організації комунікацій, реалізації продукту. Для функціонального призначення проєктної команди представлено когнітивну карту залежностей проєктних задач. За допомогою Марківського ланцюга компетентнісних характеристик представлених членів проєктної команди спрогнозовано варіанти залучення учасників до проєктної команди. модель управління проєктом, що поєднує робочу структуру, організаційну структуру, матрицю розподілу виконавців, алгоритми виконання, відображення та звіти.

Розроблено модель управління проєктом, що поєднує робочу структуру, організаційну структуру, матрицю розподілу виконавців, алгоритми виконання, відображення та результати реалізації проєкту.

Доведено необхідність ведення графіку виконання проєкту, для створення черговості задач та побудови концепції реалізації задач. При формуванні графіків робіт представлено застосування методу PERT при плануванні термінів реалізації IT-проєкту

Доведено необхідність ведення графіку виконання проєкту, для створення черговості задач та побудови концепції реалізації задач.

Сформовано вимоги та критерії до вибору систем управління проєктами, які можуть виступати основним інструментом для автоматизованого управління.

Представлено програми ведення проєкту в залежності від типу IT-проєкту: розробка, впровадження, інтеграція, тощо.

Основні результати розділу опубліковано в працях [21], [40], [43], [44], [63], [130], [141], [145], [147], [149], [161], [162], [171], [195], [196], [197], [198]

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ ТА РОЗПОДІЛУ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ ПРОЄКТУ

3.1 Модель вибору системи управління проєктами з використанням методу аналізу ієрархії

Сьогодні на ринку проєктного управління представлено досить велику кількість систем, що вимагає ретельного підходу з аналізом визначних параметрів для вибору такої системи, що буде повністю задовільнять проєктним задачам [51]. За основу для реалізації вибору в впровадження були обрані системи управління проєктами відібрані на попередньому етапі [141].

Метод аналізу ієрархій (MAI) – математичний інструмент системного підходу до складних проблем прийняття рішень. [187] Базується на ієрархічному представленні ключових елементів, що визначають суть вирішення проблеми за ключовими параметрами та характеристиками. Проблема деталізується за простими складовими з наступним оцінюванням особою, що приймає рішення (ОПР) відносного параметру співіснування та взаємодії елементів одержуваної ієрархічної структури. В основу MAI разом з математикою закладено і психологічні аспекти. Метод не пропонує ОПР яке-небудь «правильне» рішення, а дає можливість в інтерактивному режимі знайти такі варіанти альтернатив, які якнайкраще узгоджується з його розумінням суті поставленої проблеми та вимогами до її вирішення.

Широкий асортимент систем управління проєктами, що представлено на ринку, ставить задачі вибору тієї, яка задовільнить потреби підприємства. Кожна з представлених на ринку систем має свої переваги та недоліки, має набір функціональних характеристик та параметрів, особливості використання та впровадження, перспективи розвитку, тощо [54].

Використання MAI при прийнятті рішення вибору системи управління проєктами дозволить ОПР проаналізувати важливі для компанії параметри та

вимоги до системи, визначити їх пріоритети та прийняти рішення, щодо вибору системи.

Для порівняння та вибору при впровадженні було найбільш поширені системи, що використовуються на ринку та відповідають критичним вимогам (обрано 8 кращих систем, що отримали найбільш високі оцінки за характеристиками): Microsoft Project, Basecamp, Project Kaiser, Atlassian JIRA, Redmine, OpenProject, GitHub, Wrike. [141]

Ставимо завдання: за допомогою методу аналізу ієрархій (MAI) прийняти рішення щодо оптимального вибору однієї із систем управління проектами для підприємства, що займається виробничою діяльністю, має складну організаційну структуру, та веде одночасно десятки проектів.

На першому етапі необхідно побудувати ієрархію «цілі – критерії – альтернативи». Для прийняття рішення обрати ті критерії, що найбільш важливі для конкретного підприємства. Вирішити задачу з використанням пакету MS Excel. Будуємо багаторівневу ієрархію вибору системи (рис.3.1.).

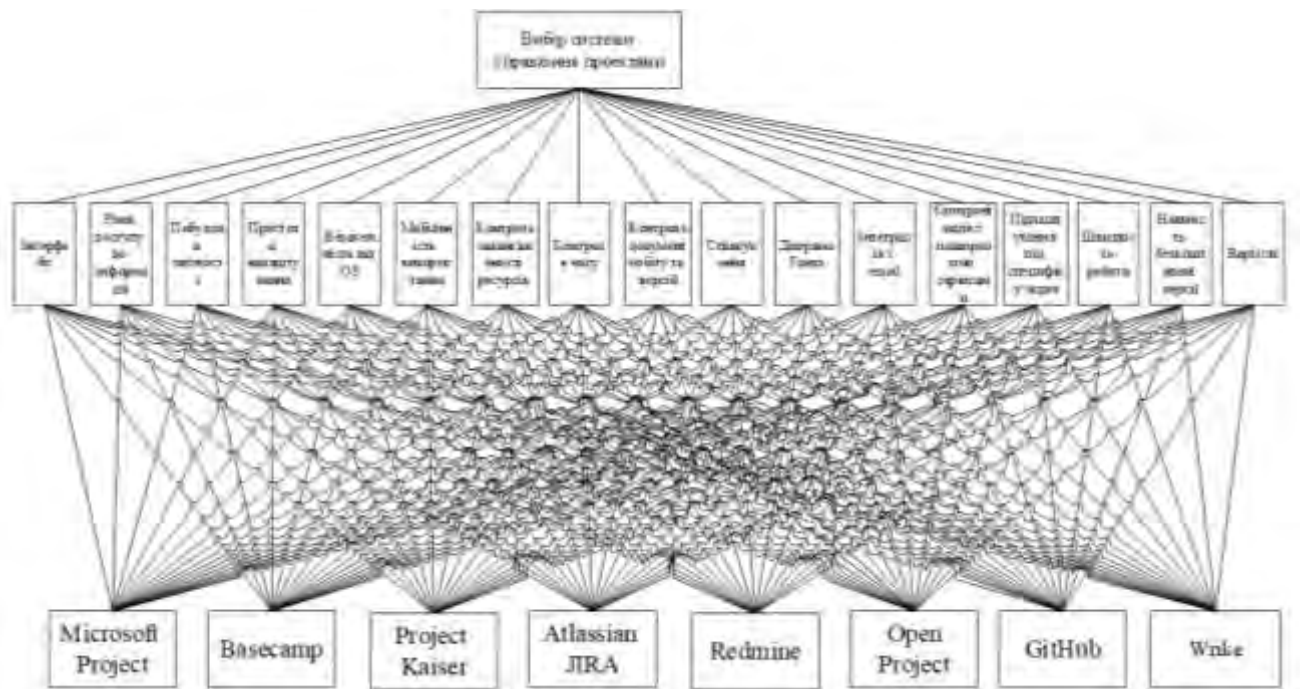


Рисунок 3.1 – Багаторівнева ієрархія вибору системи

Мета – обрати систему;

Критерії:

- Інтерфейс;
- Рівні доступу до інформації;
- Побудова звітності;
- Простота налаштування;
- Незалежність від OS;
- Мобільність використання;
- Контроль завантаженості ресурсів;
- Контроль часу;
- Контроль документообігу та версій;
- Спілкування;
- Діаграма Ганта;
- Інтеграція з email;
- Синхронізація з поширеними сервісами;
- Підлаштування під специфіку задач;
- Швидкість роботи;
- Наявність безкоштовної версії;
- Вартість.

Альтернативи (варіанти систем управління проектами для вибору) – Microsoft Project [75], Basecamp [10], Project Kaiser [90], Atlassian JIRA [7], Redmine [95], OpenProject [85], GitHub [38], Wrike [119].

Після побудови ієрархії необхідно визначити пріоритети усіх вузлів структури. Розподіл пріоритетів виконується експертною групою фахівців, що задіяні в впровадженні, використанні, супроводі системи та експертів як предметної галузі підприємства, так і в сфері використання систем управління проектами. Визначені показники математично обробляються. Пріоритети, як безрозмірні величини, що набувають значень від нуля до одиниці та дозволяють обґрунтовано порівнювати різномірні чинники, що є характерною особливістю МАІ (таблиця 3.1). Чим більша величина пріоритету, тим значимішим є елемент, що йому відповідає. Сума пріоритетів елементів, підлеглих одному елементу

вищого рівня ієрархії, дорівнює одиниці. Пріоритет мети за визначенням дорівнює 1.

Таблиця 3.1 – Оцінювання переваг критеріїв

Відносна важливість	Визначення	Пояснення
1	Рівна важливість	Однаковий внесок двох параметрів
3	Помірна перевага одного над іншим	Досвід і судження дають легку перевагу одному параметру над іншим
5	Суттєва або несуттєва перевага	Досвід і судження дають значну перевагу одному параметру над іншим
7	Значна перевага	Одному параметру дається настільки сильна перевага, що він стає практично значним
9	Дуже сильна перевага	Очевидність переваги параметру над іншим підтверджується найсильніше
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми міркуваннями	Застосовуються в компромісному випадку

Елементи кожного рівня ієрархії порівнюються попарно відносно інтенсивності їх впливу на спільну для них характеристику. Для цього будують матриці попарних порівнянь для всіх елементів-нащадків відповідного батьківського елемента (таблиця 3.2). Попарні порівняння реалізуються в термінах домінування одного елемента над іншим з використанням оцінок за дев'ятибальною шкалою, що виражаються цілими числами, поданими в таблиці.

Окремо необхідно порівняти альтернативні рішення по кожній з представлених систем за кожним з параметрів вибору системи (таблиці 3.2). При порівнянні необхідно обчислити вектор пріоритетів по кожній матриці (головний власний вектор), який вносимо у відповідні таблиці.

Для визначення числового значення глобальних пріоритетів потрібно суму оцінок експертів по відповідному стовпчику помножити на відповідне значення із нормованого вектора.

Таблиця 3.2 – Матриця попарних порівнянь критеріїв

	Інтерфейс	Рівні доступу до інформації	Побудова звітності	Простота налаштування	Незалежність від OS	Мобільність використання	Контроль завантаженості	Контроль часу	Контроль документообігу та	Спілкування	Діаграма Ганта	Інтеграція з email	Синхронізація з поширеними	Підлаштування під специфіку	Швидкість роботи	Наявність безкоштовної	Вартість	Компоненти власного вектору	Нормалізований вектор	Мак власний вектор = Сумі по стовпчику x відповідний елемент
Інтерфейс	1	1/2	1/2	3	1/2	1/5	1/4	1/4	2	1/2	3	1/4	1/4	1/3	5	4	2	0,770	0,038	1,327763307
Рівні доступу до інформації	2	1	1	1/2	2	1/5	1/2	1/5	3	1/2	2	1/2	1/2	1/3	3	4	1/2	0,847	0,042	1,224397965
Побудова звітності	2	1	1	2	1/3	1/4	1/2	1/3	3	3	5	2	1/2	1/2	5	3	1/2	1,141	0,056	1,28295924
Простота налаштування	1/3	2	1/2	1	1/2	1/6	1/6	1/4	2	1/2	2	1/3	1/2	1/5	4	2	1/2	0,622	0,031	1,228756513
Незалежність від OS	2	1/2	3	2	1	1/2	1	1/3	2	1/2	5	1/4	3	1/3	4	6	2	1,272	0,062	1,329962437
Мобільність використання	5	5	4	6	2	1	4	3	5	4	6	5	2	5	3	6	1/2	3,334	0,164	1,132622289
Контроль завантаженості ресурсів	4	2	2	6	1	1/4	1	1	1	1	4	1/3	1/3	1/4	5	3	1/2	1,193	0,059	1,359007197
Контроль часу	4	5	3	4	3	1/3	1	1	4	1/2	4	1/2	1/5	1/3	6	2	1/3	1,386	0,068	1,533519177
Контроль документообігу та версій	1/2	1/3	1/3	1/2	1/2	1/5	1	1/4	1	1/4	2	3	2	1/6	3	4	6	0,805	0,040	1,386962192
Спілкування	2	2	1/3	2	2	1/4	1	2	4	1	5	1/2	4	1/4	6	2	3	1,498	0,074	1,41231491
Діаграма Ганта	1/3	1/2	1/5	1/2	1/5	1/6	1/4	1/4	1/2	1/5	1	1/4	1/3	1/5	5	2	1/6	0,387	0,019	0,364599345
Інтеграція з email	4	2	1/2	3	4	1/5	3	2	1/3	2	4	1	1/3	2	4	2	2	1,546	0,076	1,416944676
Синхронізація з поширеними сервісами	4	2	2	2	1/3	1/2	3	5	1/2	1/4	3	3	1	1/2	2	5	5	1,575	0,077	1,380473338
Підлаштування під специфіку задач	3	3	2	5	3	1/5	4	3	6	4	5	1/2	2	1	3	4	6	2,494	0,123	1,488419224
Швидкість роботи	1/5	1/3	1/5	1/4	1/4	1/3	1/5	1/6	1/3	1/6	1/5	1/4	1/2	1/3	1	1/4	1/5	0,270	0,013	0,901472003
Наявність безкоштовної версії	1/4	1/4	1/3	1/2	1/6	1/6	1/3	1/2	1/4	1/2	1/2	1/2	1/5	1/4	4	1	4	0,449	0,022	1,11257719
Вартість	1/2	2	2	2	1/2	2	2	3	1/6	1/3	6	1/2	1/5	1/6	5	1/4	1	0,774	0,038	1,300361903
Сумми по стовпцях	35,12	29,42	22,90	40,25	21,28	6,92	23,20	22,53	35,08	19,20	57,70	18,67	17,85	12,15	68,00	50,50	34,20	20,36	1,000	21,18

Аналогічно обчислюємо компоненти власних векторів, нормовані вектори, вектори локальних пріоритетів та власні значення матриць ($\lambda_{\max}$) для критеріїв (Див додаток Б) «Інтерфейс» (Табл. Б.1); «Рівні доступу до інформації» (Табл. Б.2); «Побудова звітності» (Табл. Б.3); «Простота налаштування» (Табл. Б.4); «Незалежність від ОС» (Табл. Б.5); «Мобільність використання» (Табл. Б.6); «Контроль завантаженості ресурсів» (Табл. Б.7); «Контроль часу» (Табл. Б.8); «Контроль документообігу та версій» (Табл. Б.9); «Спілкування» (Табл. Б.10); «Діаграма Ганта» (Табл. Б.11); «Інтеграція з e-mail» (Табл. Б.12); «Синхронізація з поширеними сервісами» (Табл. Б.13); «Підлаштування під специфіку задач» (Табл. Б.14); «Швидкість роботи» (Табл. Б.15); «Наявність безкоштовної версії» (Табл. Б.16). $\lambda_{\max}$ використовується для оцінки узгодженості, що відображає пропорційність переваг. Чим ближче $\lambda_{\max}$ до n , тим більше узгоджений результат.

На завершальному етапі аналізу виконується синтез, згортання пріоритетів за представленими ієрархіями, в результаті якої обчислюємо пріоритети альтернативних рішень, що представляють зважене рішення відносно головної мети (таблиця 3.3.).

Після проведення розрахунків слід оцінити узгодженість суджень. Міра узгодженості по кожній матриці визначається величиною $\lambda_{\max}$. Відхилення від узгодженості може бути виражено індексом узгодженості (ІУ) та відносною узгодженістю (ВУ), що розраховуються таким чином:

$$IU = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (3.1)$$

де n – число порівняльних елементів

$$BU = IU / BIU, \quad (3.2)$$

Відносна узгодженість (ВУ) – це відношення індексу узгодження до випадкового індексу узгодження (BIU). Для матриці 8 порядку, індекс узгодження = 1,41 [187].

При первинному розрахунку ВУ для характеристики «Наявність безкоштовної версії» було визначено, як більше 0,1, тому проведено повторний

Таблиця 3.3 – Розрахунки глобальних пріоритетів альтернатив

	Інтерфейс	Рівні доступу до інформації	Побудова звітності	Простота налаштування	Незалежність від OS	Мобільність використання	Контроль завантаженості ресурсів	Контроль часу	Контроль документообігу та	Сплкування	Діаграма Ганта	Інтеграція з email	Синхронізація з поширеними сервісами	Підлаштування під специфіку задач	Швидкість роботи	Наявність безкоштовної версії	Вартість	ОСТАТОЧНИЙ РЕЙТИНГ
Microsoft Project	0,028	0,079	0,052	0,062	0,042	0,066	0,292	0,991	0,092	0,194	0,018	0,237	0,286	0,067	0,084	0,397	0,163	0,190
Basecamp	0,274	0,144	0,032	0,136	0,105	0,097	0,090	0,268	0,357	0,112	0,123	0,062	0,100	0,070	0,090	0,095	0,100	0,121
Project Kaiser	0,062	0,055	0,051	0,105	0,089	0,038	0,047	0,035	0,050	0,073	0,045	0,105	0,055	0,082	0,089	0,082	0,028	0,062
Atlassian JIRA	0,096	0,102	0,188	0,034	0,524	0,736	0,226	0,068	0,039	0,030	0,059	0,124	0,058	0,056	0,110	0,023	0,067	0,221
Redmine	0,075	0,097	0,224	0,050	0,097	0,043	0,035	0,059	0,077	0,247	0,089	0,097	0,066	0,082	0,200	0,143	0,105	0,096
OpenProject	0,113	0,072	0,313	0,206	0,062	0,041	0,064	0,055	0,087	0,041	0,153	0,033	0,082	0,102	0,079	0,084	0,047	0,085
GitHub	0,115	0,113	0,045	0,115	0,063	0,105	0,089	0,038	0,051	0,061	0,261	0,173	0,227	0,046	0,076	0,033	0,090	0,097
Wrike	0,119	0,097	0,089	0,295	0,136	0,279	0,060	0,091	0,380	0,185	0,255	0,062	0,058	0,550	0,051	0,166	0,345	0,214
Нормалізований вектор пріоритетів	0,038	0,042	0,056	0,031	0,062	0,164	0,059	0,068	0,040	0,074	0,019	0,076	0,077	0,123	0,013	0,022	0,038	
Відносна узгодженість	0,039	0,008	0,089	0,062	0,072	0,150	0,074	0,187	0,091	0,081	0,097	0,057	0,067	0,090	0,016	0,097	0,072	

аналіз матриці з аналізом пріоритетів даного параметру в системах управління проєктами.

Після перерахунків отримали допустимі значення ВУ, тому обираємо варіант рішення з найбільшим значенням глобального пріоритету (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Розрахунки остаточних рейтингів вибору системи

Назва системи	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	Open Project	GitHub	Wrike
Показник рейтингу	0,190	0,121	0,062	0,221	0,096	0,085	0,097	0,214

Отже, за отриманими результатами розрахунків можна зробити висновок, що перевагу отримала альтернатива №4, а саме система управління проєктами Atlassian JIRA з остаточним рейтингом 0,221, що з невеликою перевагою отримала вищі оцінки ніж Wrike 0,214 та Microsoft Project 0,190.

Переважаючими критеріями при даному виборі стали: Мобільність використання зі значенням 7,32 та незалежність від ОС зі значенням 0,524.

Для кожного окремого підприємства при виборі системи управління проєктами необхідно обирати з представлених на ринку систем, ті які задовільняють висунутим до системи вимогам. Аналіз систем проводити за параметрами, що являються критичними для використання системи [132]. В експертну групу необхідно включати фахівців, що володіють знаннями в сфері управління проєктами, використання систем управління проєктами, та фахівцями предметної галузі підприємства.

Ретельний підбір систем, параметрів та фахівців, дозволить підібрати з використанням методу аналізу ієрархій систему, що найбільше відповідає функціям управління обраного підприємства, забезпечить підвищення конкурентоспроможності та розвиток підприємства в цілому.

3.2 Визначення типів складності робіт

Для проведення автоматизованого розподілу на роботи, в рамках кожної компанії потрібно визначити типи робіт та умови надання їм складності [23]. Складність робіт залежить не лише від умов виконання самої роботи, термінів, виду робіт, але й від складності самого проєкту [42].

Визначимо перелік основних робіт та умови за якими їм буде присвоєно відповідну складність, що буде визначальним показником при призначенні виконавця на роботи [152]. Основні відомості щодо виду роботи та можливого призначення відповідного виконавця, що виконує визначену роль на підприємстві та його кваліфікаційні рівні [45] представлено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення кваліфікаційних вимог виконавців на роботи у відповідності до виду робіт

№	Вид робіт	Роль виконавців, які можуть виконувати даний тип робіт	Функціональна область діяльності	Мінімальний кваліфікаційний рівень для відповідної ролі
1	2	3	4	5
1	Розробка алгоритму	Аналітик даних	Управління розробленням системи	3
			Проектування архітектури системи	2
			Конструювання програмних засобів	2
		Бізнес-архітектор	Управління розробленням системи	2
			Проектування архітектури системи	1
			Конструювання програмних засобів	1
		Консультант з ІКТ	Проектування архітектури системи	4
			Конструювання програмних засобів	4
		Аналітик програмного забезпечення	Управління розробленням системи	2
			Проектування архітектури системи	1
			Конструювання програмних засобів	1
2	Написання коду	Розробник програмного забезпечення	Розробка програмного коду	1
			Комплексування системи	2
			Написання та супровід коду	2
		Веб-розробник	Розробка програмного коду	2

Закінчення таблиці 3.5

			Комплексування системи	3
			Написання та супровід коду	3
3	Відлагодження коду	Розробник програмного забезпечення	Комплексування системи	3
			Написання та супровід коду	2
		Інженер з інтеграції	Функціонування програмних засобів	2
4	Тестування	Тестувальник програмного забезпечення	Кваліфікаційне тестування системи	1
			Підтримка приймального тестування програмних засобів	1
		ІТ-аудитор	Кваліфікаційне тестування системи	2
			Підтримка приймального тестування програмних засобів	2

Дані кваліфікаційні рівні можуть бути закладені в систему для кожного типу робіт, що виставляються в компанії з розробки та впровадження інформаційних систем. Дані кваліфікаційні вимоги можуть бути виставлені для кожного підприємства індивідуально. Важливо зазначити, що при збільшенні складності проєкту вимоги до кваліфікаційного рівня виконавців можуть бути збільшені за рахунок врахування коефіцієнту складності проєкту.

3.3 Кваліфікація та призначення персоналу на проєктні роботи впровадження ІТ-систем в умовах невизначеності

Менеджери проєкту визначили попередній етап створення програмних продуктів куди включено планування та призначення виконавців на роботи, як найбільш слабкий [23, 34]. Саме від грамотного та коректного розподілу виконавців на роботи залежить реалізація цілого проєкту, в усіх аспектах проєктного управління: якість, тривалість, вартість [49].

На першому етапі визначається як буде реалізовано проєкт. Зокрема визначають лише формування послідовності виконання робіт, визначення їх тривалості, та призначення трудових ресурсів на розгляд лише керівника

проєкту, без врахування особливостей та індивідуальних показників кожного трудового ресурсу [62]. На противагу цьому обрані та призначені на роботи виконавці мають найбільший вплив на загальну ефективність та результативність всього проєкту, що є досить важливим фактором [125]. У відповідності з цим потрібно чітко визначити всі фактори та кваліфікаційні вимоги до персоналу, які відіграють важливу роль в успіху проєкту розробки інформаційної системи.

Для призначення виконавців на роботи необхідно визначити «процесну зрілість» трудових ресурсів [48]. Для спеціалістів розробників можна виділити п'ять кваліфікаційних рівнів: молодший (Junior), середній (Middle), старший (Senior), провідний (leading) та головний (Principal) [4].

Важливо побудувати таку систему для проведення оцінки персоналу [18], яка буде включати всі особливості та характеристики, що мають бути задіяні при виконанні проєктних робіт.

Атестація персоналу — досить складний процес, що включає декілька етапів [152, 186]:

1. Первинна атестація. Формується на основі резюме співробітника, проведення співбесіди, виконання тестових завдань, отриманих характеристик.

2. По завершенню випробувального терміну. Проводиться після закінчення випробувального терміну. Саме на основі даної атестації підтверджується кваліфікація первинна, чи присвоюється більш високий рівень. Якщо кваліфікація не підтверджена, то співробітник не пройшов випробувальний термін, оскільки саме на основі первинної атестації він претендував на залучення до виконання проєктних робіт.

3. Чергова. Проводиться для співробітників компанії через пів року після працевлаштування, а потім щорічно. Виконується оцінка результатів професійної діяльності співробітника за попередній період, його вклад в досягнення загальних цілей компанії, професійне зростання, відповідальність, тощо.

4. Проєктна. Проводиться по завершенню виконання робіт проєкту. Якщо проєкт довготривалий, то по завершенню етапу проєкту. Оцінюються показники особистого та загального значення виконавця в конкретному проєкті.

5. Позачергова. Може бути ініційована як самим членом проєктної команди, для перспективи кар'єрного росту, переведенням на іншу посаду, так і керівництвом з аналогічних причин, а також при незадовільних показниках роботи.

При проведенні атестації, в першу чергу виконується оцінка «процесної зрілості», проте кожен трудовий ресурс володіє унікальним потенціалом та можливостями, що потребує комплексної оцінки [179]:

- Продуктивність виконавця за звітний період (оцінює керівник проєкту). До даної характеристики відносяться спроможність виконавця вчасно та з відповідною якістю виконувати поставлені задачі.

- Технічні та «процесуальні» знання (оцінюється куратор, з врахуванням думки керівника проєктів). Сюди включаються технічні знання та досвід трудових ресурсів: знання мов програмування, баз даних, передачі та захисту інформації, робота з документами та алгоритмами, тестування та інші. Важливим являється при призначенні виконавця на роботи, щоб задачі, які йому ставляться, відповідали рівню кваліфікації, в іншому випадку при атестації персоналу не буде можливості виконати коректну оцінку його здібностей.

- Особистісні якості (оцінюється куратор, та фахівець HR-відділу). До даної оцінки вносяться характеристики трудового ресурсу, як особистості: здатність до навчання, швидкість адаптації, відношення до саморозвитку, трудова дисципліна, поведінкова та командна робота, можливість прийняття самостійних рішень, тощо.

Враховуючи всі параметри, оцінку трудового ресурсу представляємо як сумарний набір параметрів: «Продуктивність» + «Знання та досвід» + «Особистісні якості». Саме завдяки цим параметрам ми можемо чітко регулювати можливість призначення тієї чи іншої особи на відповідні роботи проєкту [86].

Оцінку трудового ресурсу можна представити у вигляді матриці, в рядках вказується кваліфікаційні параметри, а в стовпчиках – вимоги до теоретичних знань та практичного досвіду [120]. Для кожної кваліфікаційної вимоги така

матриця містить свої компетенції. Тобто при оцінці персоналу потрібно сформулювати та заповнити даними матриці у відповідності до обраної позиції. Зокрема для компетенції «Конструювання системи. Конструювання програмних засобів» [182, 184] відносяться:

1. Розробка та налагодження програмного коду на рівні модулів та бази даних.
2. Розробка на налагодження процедур тестування для кожного програмного модуля.
3. Аналіз та оптимізація програмного коду та процедур тестування з використанням відповідних інструментальних засобів.
4. Взаємодія з командою розробки проєкту при виконанні проєкту.

В таблиці 3.6 представлено перелік компетенцій співробітників з розробки та налагодження програмного коду на рівні модулів та бази даних.

Чим більше у співробітника знань та необхідного досвіду, тим більше позитивних відміток в матриці компетенції. Загальний рівень компетенції за визначеним напрямком визначається як частка від повної відповідності вказаним пунктам.

Важливо, що для кожного виду робіт кожна компетенція має свій ваговий коефіцієнт впливу, оскільки різні роботи потребують особливих кваліфікацій. Відповідний рівень кваліфікації для кожної роботи формується на основі даних кваліфікаційної матриці та вагових коефіцієнтів робіт, на які мають бути призначені відповідні виконавці

При призначенні кадрів на проєктні роботи відповідальність покладається на керівника проєкту, організатора команди проєкту, що приймає управлінські рішення (ОПР). Важливу роль відіграє визначення параметрів проєкту, саме від головних показників проєктного управління: якість, тривалість, вартість – залежить вибір конкретних учасників проєктної групи та призначення їх на роботи.

Розроблена система оцінки дає можливість виконати підбір персоналу за наявними параметрами на основі критеріїв проєктного управління.

Таблиця 3.6 – Визначення компетенції трудових ресурсів

Компетенція	Знання	Навики	Досвід	Якість роботи
Розробляти алгоритми рішення поставлених завдань	Ні	Так	Так	Відповідає очікуванням
Застосовувати стандартні алгоритми у відповідних областях	Так	Так	Ні	Відповідає очікуванням
Застосовувати вибрані мови програмування для написання програмного коду	Так	Ні	Так	Відповідає очікуванням
Застосовувати вибрану програмну платформу для написання програмного коду	Так	Ні	Так	Відповідає очікуванням
Розробляти програмний код компонентів та графічного інтерфейсу користувача	Ні	Так	Ні	Потребує вдосконалення
Застосовувати сучасні компілятори та інструменти налагодження програмного коду	Так	Так	Так	Відповідає очікуванням
Використовувати вибрану системи управління базами даних	Ні	Так	Ні	Потребує вдосконалення
Використовувати можливості наявної програмної архітектури	Ні	Так	Так	Відповідає очікуванням
Здійснювати перевірку та налагодження програмного коду на рівні програмних модулів та на рівні міжмодульних взаємодій і взаємодій з оточенням	Так	Так	Так	Відповідає очікуванням
Підсумок, %	55,56	77,78	66,67	77,78

Для призначення виконавців на проєктні роботи з розробки та впровадження ІТ-систем необхідно вирішити задачу багатокритеріальної оптимізації. Така задача формує представлення, що залежить від об'єму проєкту (кількості та складності проєктних робіт), проблеми багатокритеріального вибору ролі та функціонального виконавця можуть вирішуватись різними методами [164].

Основною метою управління проектом з впровадження інформаційних системи при використанні технології в умовах невизначеності являється своєчасне забезпечення відповідними до поставлених задач та функцій виконавцями всіх робіт проекту, що прийняті до реалізації, та контроль за використанням цих ресурсів [124, 165].

Нехай в розпорядженні організації є трудові ресурси W , що необхідні для виконання k робіт проекту, кожна з яких потребує призначення виконавця на i -ту роботу $x_i, \overline{i = 1, k}$ [157]. Розподіл W між роботами здійснюється на основі пріоритету заявок:

$$x_i = \left\{ \begin{array}{l} T_i, \text{ if } \sum_{j=1}^k T_j \leq W \\ \min[T_i, \gamma \mu_i(T_i)], \text{ if } \sum_{j=1}^k T_j > W \end{array} \right\}, \quad (3.3)$$

де T_i – i -та задача проекту, що потребує призначення виконавця;

$\mu_i(T_i)$ – монотонна функція пріоритету i -тої роботи проекту;

if – математичний знак «якщо»;

γ – параметр, що обирається виходячи з вимог кваліфікації персоналу:

$$\sum_{j=1}^k \min[T_j, \gamma \mu(T_j)] = W, \quad (3.4)$$

При управлінні персоналом можна використовувати висхідне та нисхідне призначення трудових ресурсів на роботи проекту, тому величина $\mu_i(T_i)$, являється функцією, що спадає за висхідним призначенням, чи зростає за нисхідним призначенням. Для прикладу використаємо принцип зворотних пріоритетів:

$$\mu_i(T_i) = \frac{E_i}{T_i}, \quad (3.5)$$

де E_i – результат виконання i -ї роботи проекту.

Використання принципу обернених пріоритетів, забезпечить можливість призначення персоналу відповідної кваліфікації на основі значення його «процесної зрілості» з відповідним розподілом: при залученні персоналу з найнижчим рівнем значення відповідності при висхідному розподілі та

найвищими параметрами при висхідному, отримаємо найнижчу і найвищу вартість виконання робіт відповідно [138].

Загальний аналіз компетенції трудових ресурсів, що вже працюють на проєктах, за матрицею кваліфікації дозволяє визначити значення для переходу між кваліфікаційними рівнями: молодший (Junior), середній (Middle), старший (Senior), провідний (leading) та головний (Principal) у кожній компанії індивідуально.

Побудова матриці вагових коефіцієнтів важливості кваліфікації в роботах проєкту забезпечить можливість використання алгоритму розподілу виконавців на проєкті роботи з визначеним рівнем компетенції [152]. Матриця також дозволить виявити дефіцит знань та досвіду не лише конкретного виконавця, а й усієї команди розробників, що працюють на підприємстві. На основі таких аналітичних даних можуть формуватись центри розвитку та підвищення кваліфікації. Призначення відповідних трудових ресурсів на роботи проєкту забезпечить чітке регулювання проєктної діяльності в цілому [192].

Впровадження матриці оцінки, що враховує всі важливі фактори компетенції трудових ресурсів, забезпечує об'єктивність оцінки персоналу за рахунок визначення кожного параметру окремо та неупередженості осіб, що виконують оцінку (керівників проєкту, кураторів, фахівці HR-відділу).

3.4 Агентно-орієнтований метод розподілу ресурсів на проєкті роботи

Для розв'язання завдання призначення трудових ресурсів на проєктні роботи використаємо технологію розподілу на основі агентно-орієнтованого методу, що включає в себе [20]:

- алгоритм розподілу трудових ресурсів, що враховує псі-характеристики кожного окремого виконавця та дозволяє реалізувати розподіл не лише відповідно до мережного графіка, а й одночасно враховувати псі-характеристики

працездатності робітника та його індивідуального навантаження, за рахунок чого підвищується оптимальність розподілу трудових ресурсів;

- оцінювання ефективності роботи розробників програмного забезпечення, що дозволяє враховувати індивідуальні псі-характеристики фахівця: рівень знань, швидкодія, надійність та відповідальність, за рахунок чого підвищується точність оцінювання ефективності роботи виконавця;

- математичну модель взаємодії агентів в рамках системи розподілу трудових ресурсів, що ґрунтуються на призначенні агенту дії відповідно до наявних у нього знань для вирішення задачі, а також дозволяє при виборі та призначенні агента не лише враховувати знання, а й прогнозувати можливі наслідки дії на загальний розподіл ресурсів в межах цілого проєкту, що дає змогу отримати оптимальний розподіл;

- математичну модель системи управління та контролю за розподілом трудових ресурсів, яка дозволяє врахувати особливості кожного окремого виконавця та дає змогу автоматизувати процес розподілу та контролю за цими ресурсами.

В основі застосування мультиагентної моделі лежить поняття «агента», що володіє наступними характеристиками [168]:

- Автономність – здатність функціонувати незалежно від інших членів проєктної команди;

- Адаптивність – здатність розвиватись, навчатись, підвищувати кваліфікацію;

- Комунікативність – здатність взаємодіяти з іншими представниками проєктної команди, як для виконання індивідуальних задач, так і приймати участь в задачах, де вказаний інший відповідальний ;

- Активність – здатність генерувати задачі, розробляти алгоритми їх вирішення раціонально та коректно;

- Реактивність – адекватне сприйняття середовища і відповідна реакція на його зміни [125].

Отже, якщо кожен трудовий ресурс, задіяний в реалізації проекту відобразити у вигляді агента, що володіє набором параметрів та характеристик (рис. 3.2.), що забезпечують можливість вибору оптимального виконавця проєктних задач, то, саме ґрунтуючись на значеннях цих параметрів компетенцій, можемо виконувати розподіл [74].

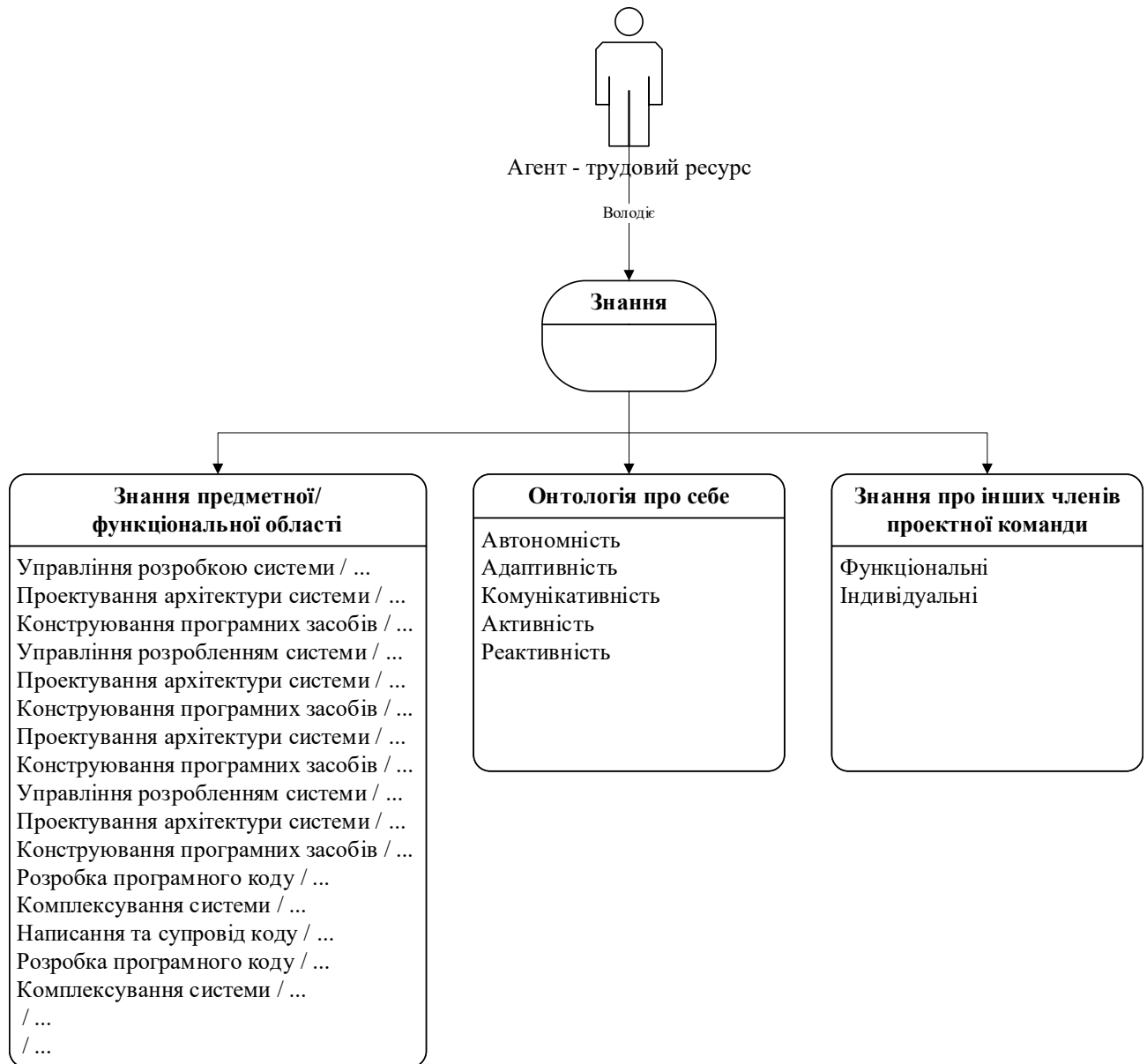


Рисунок 3.2 – Модель агента

Кожен агент володіє набором знань та навиків, що в сукупності складають рівень його компетентності. В процесі своєї діяльності може взаємодіяти та кооперуватись з іншими агентами для досягнення поставлених цілей.

Мультиагентна модель, по відношенню до адаптивної, складніша, оскільки передбачає адаптацію до змін та підвищує ефективність реалізації проєкту за рахунок перепризначення задач та функцій меж агентами [9].

Першим кроком при застосуванні мультиагентної моделі до призначення виконавців на проєктні роботи є поділ загального обсягу робіт на окремі завдання, для виконання яких і будуть призначені конкретні агенти. Залежно від обсягу робіт агенти можуть виступати як окремі відповідальні особи на роботи, так і залучені для допомоги. При цьому кожен агент повинен повністю відповідати рівню характеристики, що сформульовані вище у відповідності до визначеного необхідного рівня на роботу.

Представимо загальний комплекс робіт з проєктування автоматизованої системи у вигляді безлічі:

$$W = \{F1, F2, \dots Fk, S1, S2 \dots St, D1, D2 \dots Dn\}, \quad (3.6)$$

де $\{ F1, F2, \dots Fk \}$ - підмножина функціональних завдань;

$\{ S1, S2 \dots Sm \}$ - підмножина загальносистемних завдань;

$\{ D1, D2 \dots Dn \}$ - підмножина забезпечуючих та обслуговуючих завдань.

Таким чином, завдання призначення полягає в тому, щоб розподілити наявні ресурси по сформульованих підмножини завдань.

Виокремлені підмножини задач передбачають індивідуальний підбір виконавців в межах своєї підмножини, з врахуванням залучень учасників проєктної команди на роботи інших підмножин тривалості, залежностей та послідовностей робіт.

Варто зазначити, що в рамках кожної з підмножин визначається перелік параметрів та характеристик, якими повинен володіти агент, для можливого призначення його на роботи. В той же час, кожна робота має бути визначена за своєю складністю, бо буде означати, що агент, який має менший рівень кваліфікації, ніж цього вимагає робота, не може бути призначений на її виконання.

З урахуванням специфіки функціонування окремих класів агентів, зокрема за роллю в проєктній команді, зробимо їх оцінку та призначення на роботи

підмножини $F = \{ F_1, F_2, \dots F_k \}$. При розподілі агентів за функціональним завданням можливі наступні ситуації:

- Агент A_j спеціалізується на вирішенні завдань, що відносяться до F_k , тому природно його призначити на виконання саме цих завдань;

- Агент A_j може виконати декілька з функціональних завдань $F_1, F_2, \dots F_k$. Тоді для призначення агента на виконання певної роботи слід провести кваліфікацію – визначення доцільності використання агента для виконання конкретної роботи. Такий аналіз проводиться ґрунтуючись на кваліфікації трудового ресурсу, що виконував аналогічні проєктні роботи та має відповідні результати проведеної атестації. При таких параметрах ефективність агента обчислюємо за показником набору функціональних операцій (НФО) у конкретного агента A :

$$НФО_A = \prod_{i=1}^n \eta_i^{1-p_i}, \quad (3.7)$$

де: n - число перерахованих класів функціональних операцій;

p_i - Показник важливості i -того класу, яке задовольняє умовам $0 < p_i < 1$ і визначається як відношення вагомості i -того класу на максимальну вагомість серед всіх класів;

η_i - Оцінка i -того класу функціональних операцій, що визначається за формулою:

$$\eta_i = \sum_{j=1}^{E_i} w_j^i * q_j^i, \quad (3.8)$$

де: E_i - число підкласів i -того класу;

w_j^i - Робота j -ого підкласу i -го класу;

q_j^i - Вагомість j -ого підкласу i -го класу, приймаючи різне значення для конкретної предметної області згідно з формулою:

$$\sum_{j=1}^{E_i} q_j^i \leq 1$$

(3.9)

У формулі 3.9 застосовується правило кваліфікації - користі агента. Кожен агент може отримати максимальну кваліфікацію сумарною кількістю 1.

Цей критерій використовується при оцінці ефективності застосування персоналу на конкретні роботи.

3.5 Метод ранжування факторів розподілу трудових ресурсів

Важливою проблемою проєктного управління в галузі впровадження інформаційних систем є підбір та залучення персоналу [146]. Фахівці з великим досвідом досить затребувані, проте для їх залучення необхідні досить великі кошти, що призводить до зростання вартості усього проєкту. Фахівці-початківці менше оплачувані, проте для їх розвитку необхідно отримувати досвід, що можливий при залученні до проєктних робіт. Відповідно до специфікації кожного проєкту потрібно визначити параметри та компетенції, якими повинні володіти фахівці, що можуть бути залучені до робіт на проєкті, співставити відповідні оцінки для можливості залучення спеціалістів різного рівня на відповідні роботи [144]. Тому для залучення персоналу потрібно провести дослідження не лише їх фахової компетентності, а інших факторів, що потребують ґрунтового дослідження (відповідальність, робота в команді, здатність приймати самостійні рішення, тощо) [151]. Відповідне ранжування спеціалістів з розробки програмного забезпечення проведемо на основі методу експертних оцінок Дельфі [157].

На керівника проєкту покладається відповідальність щодо призначення виконавців на виконання робіт проєкту [159]. Саме від цього рішення залежить якість, вартість, тривалість реалізації як кожної окремої роботи, так і проєкту в цілому. Тому потрібно застосовувати методики для виявлення та зниження настання ризиків управлінських рішень при призначення персоналу. Метод

Дельфі, як метод наукового пошуку, дозволить виділити ті критерії у підборі виконавців, що напряду залежать як від кожного окремого виконавця як в межах його ролі так і впливу цих факторів на реалізацію задач в межах цілого проєкту.

При моделюванні бізнес-процесів велика увага приділяється виконавцям окремих елементів моделі – функції / задачі [167]. Адже при правильному розподілі та налагодженні взаємозв'язків між ролями залежить якість запуску бізнес-процесу та його впровадження в описаній діяльності. Тому при описі конкретних задач необхідно визначити не лише виконавця, а й супровідні ролі, завдяки яким кожна окрема дія процесу буде виконана та досягнуто загальний результат.

Потреба в високоякісних ІТ-продуктах різко зростає. Якщо раніше на виконання проєкту з розробки та впровадження інформаційної системи витрачались місяці і навіть роки, то зараз бізнес вимагає швидких та якісних результатів. Саме тому постає питання призначення на проєктні роботи персоналу, що має відповідну кваліфікацію та характеристики [169]. Також потрібно врахувати, що один трудовий ресурс не може виконувати всі роботи проєкту, навіть якщо він має найвищі показники кваліфікації та компетентності, тому потрібно створювати умови для об'єктивної оцінки та залучення усіх учасників проєктної групи до виконання робіт в залежності від їх компетентності та вимог роботи, на яку вони будуть призначені виконавцями.

Для таких розподілів призначень робітників на роботи можна застосувати евристичні методи, що базуються на експертних оцінках та враховують кваліфікаційні параметри кожного учасника проєктної команди з врахуванням:

- відсутності достатньої, об'єктивної та достовірної інформації про складність задачі, на яку призначається виконавець;
- певної невизначеності окремої задачі та вплив її на загальний результат проєкту;
- концептуально-нової задачі, що раніше не виконувалась в рамках проєктної діяльності;

- часових обмежень, що покладаються на виконання конкретної задачі в межах послідовності зв'язаних проєктних робіт;
- актуальних параметрів компетенції та особистих характеристик виконавців.

Метод Дельфі, що належить до евристичних методів, забезпечить можливість на основі відомих параметрів кваліфікації персоналу з достатнім рівнем достовірності оцінити: можливість виконання конкретної задачі та проєкту в цілому; час виконання конкретної задачі; вибору найоптимальнішого виконавця для призначення на роботи проєкту із альтернативних варіантів. [167, 179]

Для прийняття рішень по розподілу необхідно ввести кваліфікацію персоналу для всіх факторів, які потрібно враховувати при визначенні компетенції та можливості виконання конкретної задачі. Таку кваліфікацію призначимо за 100-бальною шкалою, де кваліфікація трудових ресурсів за кожним окремим критерієм у відповідності до наявних знань, умінь, фаховості, компетенції. Саме за рахунок визначення таких показників, обробка результатів за методом Дельфі у призначенні на роботи буде відповідати наявним значенням на момент розподілу. Такий розподіл може бути проведений у декілька ітерацій, коли при формальних значеннях залучення персоналу на роботи не витримано обмеження по завантаженості конкретного виконавця у відношенні до сукупності задач проєктної команди [141], а також з врахуванням експертної думки керівника проєкту.

Кожна проєктна команда обирається у відповідності до умов виконання проєкту: складності, термінів, бюджету, галузі, предметної області, напрямку, виду робіт, тощо [142]. При підборі команди проєкту, керівник також може залучати зовнішні ресурси, фріланс працівників чи підрядні організації.

На першому етапі необхідно провести оцінку кожного члена команди. [158] Оцінку трудових ресурсів можна представити у вигляді матриці, в рядках вказується кваліфікаційні параметри, а в стовпчиках – вимоги до теоретичних знань та практичного досвіду робітника. Для кожної кваліфікаційної вимоги така

матриця містить свої компетенції. Тобто при оцінці персоналу потрібно сформулювати та заповнити даними матриці у відповідності до обраної позиції. Зокрема для компетенції «Конструювання системи. Конструювання програмних засобів» [167] відносяться:

1. Проєктування архітектури системи. Ідентифікація елементів системи, що задовольняють заданим вимогам до архітектури системи.
2. Специфікація подання архітектури системи. Розподіл вимог за елементами системи.
3. Декомпозиція системи на складові елементи. Визначення внутрішніх та зовнішніх інтерфейсів системних елементів.
4. Ідентифікація складових частин технічних засобів, програмних засобів і ручних операцій в архітектурі системи.
5. Розробка та налагодження програмного коду на рівні модулів та бази даних.
6. Виконання верифікації між системними вимогами і архітектурою системи. Розробка на налагодження процедур тестування для кожного програмного модуля.
7. Аналіз та оптимізація програмного коду та процедур тестування з використанням відповідних інструментальних засобів.
8. Підтримка узгодженості між системними вимогами і архітектурним проєктом системи.
9. Взаємодія з командою розробки проєкту при виконанні проєкту.

Чим більше у трудового ресурсу знань та необхідного досвіду, тим більше високих оцінок в матриці компетенції. Загальний рівень компетенції за визначеним напрямком визначається як частка від повної відповідності вказаним пунктам.

Важливо, що для кожного виду робіт кожна компетенція має свій ваговий коефіцієнт впливу, оскільки різні роботи потребують особливих кваліфікацій. Відповідний рівень кваліфікації для кожної роботи формується на основі даних

кваліфікаційної матриці та рангу, за яким кваліфікується певний вид робіт, на який мають бути призначені відповідні виконавці.

Тому наступним кроком необхідно перетворити матрицю кваліфікації у матрицю рангів.

Ранжування — це розміщення необхідних кваліфікаційних навиків в порядку зростання (або спадання) у відповідності до вимог проєкту та робіт, що на ньому виконуються [142]. В свою чергу кількість ранжованих факторів відповідає кількості критеріїв за якими виконується оцінка кваліфікації виконавця, це значення буде дорівнювати k . Критерії оцінки будуть мати величини від 1 – найбільш важливий критерій, до k – найменш важливий. Якщо для виконання певного виду робіт на проєкті деякі ранги мають однаковий рівень вагомості, то для них присвоюються стандартизовані ранги [142].

Отже для призначення виконавців на проєкт ми маємо їх кількість w , відповідно кожен виконавець отримує свій порядковий номер від 1 до w . Кожен виконавець має свої рівні кваліфікації за кожним з k критеріїв. При оцінці компетентності визначаємо кількість трудових ресурсів, що мають відповідний критерій w_j . E_{ij} – оцінка відносної ваги, якою володіє співробітник i по кваліфікації j . ; R_{ij} — ранг, утворений j -ою кваліфікацією для i -го виконавця.

Сформуємо систему статистичних показників, базуючись на визначених призначеннях:

- для середніх показників критеріїв кваліфікації:

$$S_j = \frac{\sum_{i=1}^w E_{ij}}{W_j} \quad (3.10)$$

- для середніх рангів кваліфікації:

$$\overline{Q}_j = \frac{\sum_{i=1}^w R_{ij}}{w} \quad (3.11)$$

- коефіцієнт кваліфікації учасників проєктної групи

$$K_j = \frac{w_j}{w} \quad (3.12)$$

Оскільки кожен учасник проектної групи може мати різні рівні кваліфікації для різних критеріїв необхідно визначити розмах кваліфікації в балах.

$$L_j = F_{j \max} - F_{j \min} \quad (3.13)$$

де L_j – розмах значення j –ого критерію кваліфікації співробітників;

$F_{j \max}, F_{j \min}$ – відповідно максимальне і мінімальне значення оцінки кваліфікації співробітників по j –ому критерію.

При призначенні виконавців на проектні роботи потрібно враховувати не лише абсолютні та середні величини компетентності кожного учасника проектної групи, але й відносні величини та їх середня вага. Для цього виконаємо нормування значення показників кваліфікації кожного учасника робочої групи та розрахуємо середньо-зважені величини.

$$N_j = \frac{\sum_{i=1}^w N_{ij}}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^w N_{ij}} \quad (3.14)$$

$$N_i = \frac{F_{ij}}{\sum_{j=1}^k F_{ij}} \quad (3.15)$$

При використанні методу Дельфі необхідно оцінити ступінь узгодженості призначення кожного окремого учасника проектної команди на конкретний вид робіт. Така узгодженість може бути визначена як для усієї команди проекту на основі коефіцієнтів конкордації, так і для окремих пар виконавців, що можуть бути призначені на конкретну роботу, за коефіцієнтом парної рангової кореляції.

За узгодженою оцінкою фаховості виконавця розрахуємо коефіцієнт конкордації за формулою:

$$K_{kon} = \frac{\sum_{j=1}^w (Q_j - \frac{\sum_{j=1}^w Q_j}{w})^2}{\frac{1}{l} [w^2(k^3 - k) - w \sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^l (h_j^3 - h_j)]} \quad (3.16)$$

де h – кількість зв'язаних кваліфікацій за відповідною компетенцією;

l – кількість проектних груп в команді.

Коефіцієнт конкордації варіюється в межах $0 \leq K_{kon} \leq 1$. Чим вище значення коефіцієнту конкордації, тим більшу кваліфікацію та відповідність поставленій задачі має відповідний трудовий ресурс. Статистичне значення коефіцієнта конкордації у відповідності до набору характеристик та функціональних параметрів учасника проєктної команди вирішуємо за критерієм узгодженості Пірсона χ^2_p [142].

$$\chi^2_p = \frac{\sum_{i=1}^w (Q_i - \frac{\sum_{i=1}^w Q_i}{w})^2}{\frac{1}{l} \left[wl(w+1) - \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^w (t_i^3 - t_i) \right]} \quad (3.17)$$

де t_l – кількість виконавців, що приймають участь в різних проєктних командах.

Розрахункове значення χ^2_p співставляємо з табличними значенням χ^2_T для $l-1$ ступенів свободи проєктних команд та рівнів важливості приймемо значення 0,9.

Для кожної функціональної задачі необхідно виконати зіставлення табличного значення вимог до виконання задач та розрахункового значення f .

Проаналізувавши можливості проведення ранжування та визначення значень компетентностей, визначимо перелік критеріїв кваліфікації, якими повинен володіти трудовий ресурс “Фахівець з розробки програмного забезпечення” згідно зі стандартами ISO/IEC 15288:2008, ISO/IEC 12207:2008, дескрипторами e-CF областей ІКТ компетенцій [6, 154, 178] (таблиця 3.7).

Кожна з кваліфікаційних вимог до членів проєктної групи формує пряму залежність відповідної кваліфікації членів проєктної команди.

Таблиця 3.7 – Перелік необхідної кваліфікації виконавців [154]

№	Компетенції, для виконання робіт з впровадження CRM системи	№	Компетенції, для виконання робіт з впровадження CRM системи
1	Розробка бізнес-планів	15	Тестування
2	Розробка прогнозів	16	Розробка стратегії забезпечення якості ІС
3	Управління рівнем послуг	17	Управління якістю ІС
4	Підтримка користувачів	18	Впровадження технологій
5	Організація навчання	19	Проектування і розробка
6	Підвищення кваліфікації персоналу	20	Розгортання рішень
7	Узгодження ІС і бізнес-стратегії	21	Підтримка змін
8	Управління інформацією і знаннями	22	Поліпшення процесів
9	Управління взаєминами	23	Управління змінами
10	Забезпечення процесу закупівель	24	Розробка документації
11	Управління контрактами	25	Управління проблемами
12	Проектування архітектури	26	Розробка стратегії інформаційної безпеки
13	Розробка застосувань	27	Управління ризиками
14	Інтеграція систем	28	Управління інформаційною безпекою

Таблиця кваліфікації працівників формується на основі показників результативності виконання задач кожним членом проєктної команди на вже завершених проєктах. Даний кваліфікаційний рівень також може включати думку експертів, якими являються керівники проєктів.

В таблиці 3.8 представимо значення кваліфікації проєктної команди з 15 членів, що займаються розробкою та впровадженням CRM системи. За даними матриці оцінки кваліфікації членів проєктної команди здійснено ранжування кваліфікаційних оцінок, які внесено в таблицю 3.9.

Таблиця 3.8 – Матриця оцінки кваліфікації членів проєктної команди

Кваліфікація (послідовність згідно з табл. 3.7)	Члени проєктної команди														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	25	60	15	40	55	55	40	0	75	65	60	40	55	35	70
2	40	20	85	20	95	0	35	20	75	45	15	70	100	85	90
3	100	80	0	5	60	40	20	95	0	70	70	25	90	10	15
4	20	20	70	10	95	70	90	75	55	75	30	50	80	20	85
5	60	0	30	85	60	60	55	75	15	0	30	30	100	10	35
6	5	50	25	45	10	0	40	15	55	5	95	65	5	45	75
7	95	35	95	20	55	25	50	70	30	80	35	55	80	45	70
8	25	80	30	10	70	80	50	90	55	100	85	35	5	10	90
9	100	65	30	65	0	95	30	10	0	100	70	45	20	15	10
10	35	50	85	90	50	65	75	95	35	80	85	20	5	15	60
11	70	95	40	55	70	95	100	10	55	55	70	35	40	80	5
12	90	70	100	100	100	15	25	55	95	50	50	65	0	65	60
13	20	55	80	100	75	5	35	45	5	5	20	10	75	45	100
14	40	5	85	15	90	40	60	90	80	65	50	100	95	30	50
15	70	90	100	75	30	0	95	25	55	85	10	40	5	25	0
16	85	20	100	40	85	25	50	20	80	40	50	40	85	90	15
17	40	5	55	90	75	0	95	50	40	65	15	60	35	25	60
18	75	75	70	50	75	40	30	50	75	85	20	70	50	45	75
19	15	5	10	10	85	70	70	35	55	85	75	15	95	10	5
20	75	25	50	95	95	30	0	55	70	15	85	55	40	50	10
21	30	70	70	15	70	5	60	70	40	60	40	65	85	25	20
22	95	70	70	85	80	30	15	40	90	75	95	40	25	50	85
23	10	25	15	35	80	5	15	45	40	100	60	15	50	40	45
24	75	5	20	40	50	35	80	45	15	35	70	50	50	35	10
25	15	70	85	15	0	55	20	65	85	30	65	50	5	40	30
26	70	80	80	65	60	70	60	75	90	30	70	5	70	50	5
27	90	5	35	25	75	65	55	35	35	15	65	75	20	95	35
28	75	45	50	15	95	75	60	60	30	30	90	30	35	75	0

Таблиця 3.9 – Матриця рангів оцінки кваліфікації

Кваліфікація (послідовність згідно з табл. 3.7)	Члени проєктної команди														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	9,0	5,5	10,0	7,5	6,0	6,0	7,5	12,5	4,0	5,0	5,5	7,5	6,0	8,0	4,5
2	7,5	9,5	3,0	9,5	2,0	12,5	8,0	9,5	4,0	7,0	10,0	4,5	1,0	3,0	2,5
3	1,0	3,5	12,5	12,0	5,5	7,5	9,5	2,0	12,5	4,5	4,5	9,0	2,5	11,0	10,0
4	9,5	9,5	4,5	11,0	2,0	4,5	2,5	4,0	6,0	4,0	8,5	6,5	3,5	9,5	3,0
5	5,5	12,5	8,5	3,0	5,5	5,5	6,0	4,0	10,0	12,5	8,5	8,5	1,0	11,0	8,0
6	12,0	6,5	9,0	7,0	11,0	12,5	7,5	10,0	6,0	12,0	2,0	5,0	12,0	7,0	4,0
7	2,0	8,0	2,0	9,5	6,0	9,0	6,5	4,5	8,5	3,5	8,0	6,0	3,5	7,0	4,5
8	9,0	3,5	8,5	11,0	4,5	3,5	6,5	2,5	6,0	1,0	3,0	8,0	12,0	11,0	2,5
9	1,0	5,0	8,5	5,0	12,5	2,0	8,5	11,0	12,5	1,0	4,5	7,0	9,5	10,0	11,0
10	8,0	6,5	3,0	2,5	6,5	5,0	4,0	2,0	8,0	3,5	3,0	9,5	12,0	10,0	5,5
11	4,5	2,0	7,5	6,0	4,5	2,0	1,0	11,0	6,0	6,0	4,5	8,0	7,5	3,5	12,0
12	2,5	4,5	1,0	1,0	1,0	10,0	9,0	6,0	2,0	6,5	6,5	5,0	12,5	5,0	5,5
13	9,5	6,0	3,5	1,0	4,0	12,0	8,0	7,0	12,0	12,0	9,5	11,0	4,0	7,0	1,0
14	7,5	12,0	3,0	10,0	2,5	7,5	5,5	2,5	3,5	5,0	6,5	1,0	2,0	8,5	6,5
15	4,5	2,5	1,0	4,0	8,5	12,5	2,0	9,0	6,0	3,0	11,0	7,5	12,0	9,0	12,5
16	3,0	9,5	1,0	7,5	3,0	9,0	6,5	9,5	3,5	7,5	6,5	7,5	3,0	2,5	10,0
17	7,5	12,0	6,0	2,5	4,0	12,5	2,0	6,5	7,5	5,0	10,0	5,5	8,0	9,0	5,5
18	4,0	4,0	4,5	6,5	4,0	7,5	8,5	6,5	4,0	3,0	9,5	4,5	6,5	7,0	4,0
19	10,0	12,0	11,0	11,0	3,0	4,5	4,5	8,0	6,0	3,0	4,0	10,0	2,0	11,0	12,0
20	4,0	9,0	6,5	2,0	2,0	8,5	12,5	6,0	4,5	10,0	3,0	6,0	7,5	6,5	11,0
21	8,5	4,5	4,5	10,0	4,5	12,0	5,5	4,5	7,5	5,5	7,5	5,0	3,0	9,0	9,5
22	2,0	4,5	4,5	3,0	3,5	8,5	10,0	7,5	2,5	4,0	2,0	7,5	9,0	6,5	3,0
23	11,0	9,0	10,0	8,0	3,5	12,0	10,0	7,0	7,5	1,0	5,5	10,0	6,5	7,5	7,0
24	4,0	12,0	9,5	7,5	6,5	8,0	3,5	7,0	10,0	8,0	4,5	6,5	6,5	8,0	11,0
25	10,0	4,5	3,0	10,0	12,5	6,0	9,5	5,0	3,0	8,5	5,0	6,5	12,0	7,5	8,5
26	4,5	3,5	3,5	5,0	5,5	4,5	5,5	4,0	2,5	8,5	4,5	12,0	4,5	6,5	12,0
27	2,5	12,0	8,0	9,0	4,0	5,0	6,0	8,0	8,0	10,0	5,0	4,0	9,5	2,0	8,0
28	4,0	7,0	6,5	10,0	2,0	4,0	5,5	5,5	8,5	8,5	2,5	8,5	8,0	4,0	12,5

На основі представлених даних в таблицях 3.8 та 3.9 виконаємо розрахунки статистичних характеристик кваліфікаційних параметрів трудових ресурсів.

Розрахунок для прийняття рішень за рівнем значень кваліфікації трудових ресурсів компанії виконаємо за за коефіцієнтом конкордації K_{kon} (3.16), при врахуванні значущості кожного окремого виконавця при залученні до проєктної команди за критерієм Пірсона χ^2_p , що визначається за формулою (3.17).

Розрахуємо значення для 15 членів компанії, між якими потрібно виконати розподіл, з рівномірним навантаженням функціональних задач між учасниками проєктної команди. Наприклад для першого виконавця показник коефіцієнту конкордації $K_{kon} = 0,0954$, χ^2_p (розрахунковий) = 8,764 [167] за табличного значення χ^2_T для $w = 15$ та ймовірності $P = 0,9$ становить 8,547. Отже $\chi^2_p > \chi^2_T$, що означає значний позитивний вплив обраного учасника при виборі в проєктну команду з врахуванням особливостей виконання функціональних задач на проєкті. При ранжуванні факторів на основі методу Дельфі, потрібно оцінити, наскільки кожен з представлених трудових ресурсів буде найбільш якісним у виконанні поставлених задач у відповідності до плану проєкту, що враховує всі 28 функціональних позицій задач. Для цього шляхом послідовного перебору кожного з представників компанії визначимо коефіцієнти конкордації та занесемо значення в таблицю 3.10.

Таблиця 3.10 – Коефіцієнт конкордації, отриманий на основі послідовного вибору виконавців в проєктну команду

Член проєктної команди	Значення	
	Коефіцієнт конкордації K_{kon}	Суттєвість коефіцієнту конкордації χ^2_p
1	0,0954	8,764
2	0,0652	8,23
3	0,0412	8,17
4	0,0838	8,90
5	0,0559	8,33
6	0,0744	8,23
7	0,0646	8,79
8	0,0937	8,17
9	0,0512	8,27
10	0,0737	8,93
11	0,0732	8,73
12	0,0671	8,20
13	0,0675	8,17
14	0,0642	8,52
15	0,0939	8,65

За результатами даних в таблиці 3.10, виконаємо візуальне представлення розрахунків (рис. 3.3).

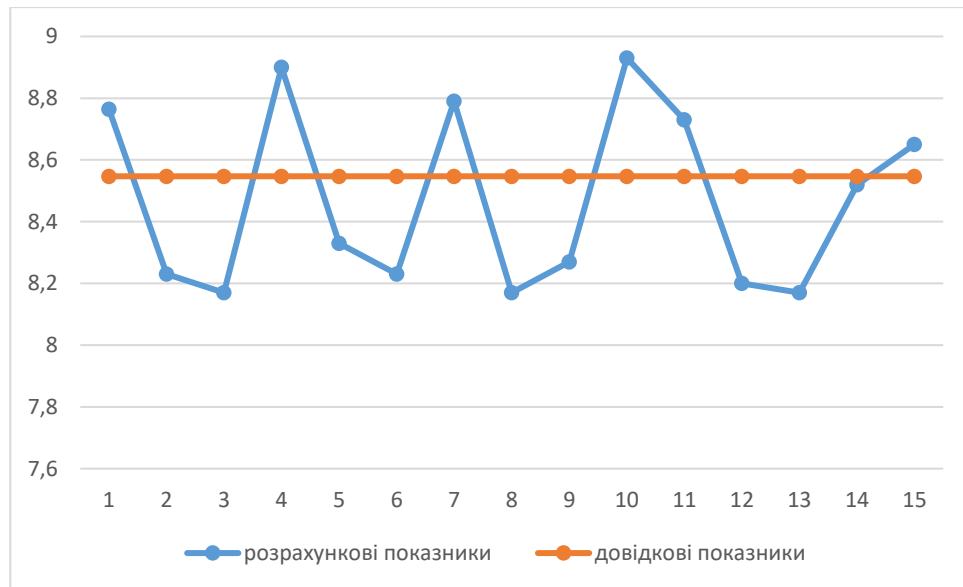


Рисунок 3.3 – Суттєвість вибору членів проєктної команди

За представленим рисунком 3.3 робимо висновок, щодо ефективності залучення трудових ресурсів на проєкт. Відповідно члени проєктної команди 1, 4, 7, 10, 11, 15 мають найбільш оптимальний набір параметрів кваліфікації для призначення на виконання функціональних задач в межах проєкту.

Для оцінки відносно важливих функцій проєктних робіт, розрахунок проводиться з врахуванням середнього значення рангу ваги даної функції, при вищому значенні ваги – тим більш важлива функція в рамках проєкту. Відповідно при врахуванні рангу оцінок приймається рішення щодо виконавців та призначення їх на проєктні задачі в межах проєктної команди. Для цього потрібно виконати зважене рішення, які з задач будуть виконуватись яким фахівцем, оскільки учасники в проєктній команді можуть мати кваліфікацію за різними категоріями і можуть виконувати різні задачі, тому потрібно обрати на конкретну задачу саме того виконавця, який відповідатиме визначеним параметрам вимог до задачі і в той же момент це призначення буде оптимальним з точки зору призначень на інші задачі цього та інших членів проєктної команди. Відповідно для вирішення даного питання потрібно розробити матрицю переваг, коли

залучення певного конкретного виконавця на проєктні задачі буде давати більш позитивний результат ніж залучення іншого виконавця, але при цьому враховуючи всі проєктні роботи.

3.6 Підвищення ефективності планування ресурсів проєкту

Якщо в межах стандартного розподілу трудових ресурсів на проєктні роботи, з врахуванням лише кваліфікації агента у відповідності до характеристик поставленої задачі, то для підвищення ефективності розподілу трудових ресурсів між задачами проєкту потрібно враховувати не лише вказані параметри та послідовність виконання робіт процесу, а й враховувати псі-характеристики трудового ресурсу та рівня його навантаження [111].

Розробка програмного забезпечення пов'язана з інтелектуальною діяльністю. Тому визначення ефективності роботи як відношення виконаної роботи за визначену одиницю часу не відображає всю складність задачі, що потребує певних знань та зусиль для виконання задачі певним робітником [40]. Звичайно, що швидкість виконання одного завдання різними трудовими ресурсами залежить від їх кваліфікації та досвіду роботи, володіння знаннями, що необхідні для вирішення задачі. Тому при визначенні ефективності роботи необхідно також додати коефіцієнт корисності [65].

Завдяки агентно-орієнтованому при розподілі виконавців на роботи врахуємо наступні параметри [139]:

- кожна задача і кожний член проєктної команди представляємо окремими агентами;
- для забезпечення взаємодії агентів визначаємо цільові функції агентів;
- вказуємо залежності послідовність виконання;
- описуємо умови призначення агентів на задачі, з врахуванням типу взаємодії.

Для кожного розподілу можуть бути доступними залучені до проєктної команди трудові ресурси з множини $M = \{1, 2, \dots, n\}$. І кожен з агентів має

неперервну цільову функцію $f_i(y)$, що відображає залежність зайнятості в проєкті всіх агентів.

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \in \prod_{i \in M} A_i, \quad (3.18)$$

У загальному вигляді взаємодія агентів визначається сукупністю множини агентів, множини їхніх допустимих дій та множини цільових функцій.

$$(M, \{A_i\}_{i \in M}, \{f_i(\cdot)\}_{i \in M}), \quad (3.19)$$

де M – множина агентів,

$\{A_i\}_{i \in M}$ – множина допустимих дій агентів,

$\{f_i(\cdot)\}_{i \in M}$ – множина цільових функцій агента.

В залежності від мережного графіка виконання робіт проєкту формується послідовність, в який агенти задач можуть бути призначені виконавцями. Ця послідовність визначається як впорядкована множина m підмножин агентів $F_1 \dots F_j$ (формується за роллю в проєктній команді) таких, де всі роботи, агенти яких належать цій підмножині, можуть виконуватись лише після завершення всіх робіт, агенти яких належать підмножині з меншим номером.

$$V_r = \{A_{P_i} \in M / E_{A_{P_i}}^M \subseteq \bigcup_{j=1}^{r-1} F_j\} \setminus \bigcup_{j=1}^{r-1} F_{j-1} \quad (3.20)$$

$$r = \overline{2, m}$$

де A_{P_i} – агент, що виконує роботи P_i процесу;

$E_{A_{P_i}}^M$ – множина агентів, роботи яких безпосередньо передують роботі P_i .

Агенти з підмножини F_j приймають рішення про призначення на роботи P_i , передбачаючи реакцію агентів, що будуть призначені на наступні роботи. Така взаємодія визначається за рівновагою Неша 1 [176]:

$$NE_1(F_i, y_{P_i}) = \{y_{F_i} \in A_{F_i} | \forall j \in F_i \forall y_j \in A_j f_j(y_{F_i}, y_{P_i}, \psi_i(NE_1(M_i, y_{F_{i+1}}))) \geq f_j(y_{F_i}, y_{F_i} | y_i, \psi_i(NE_1(M_i, y_{F_i} / y_i, y_{P_i})))\} \quad (3.21)$$

де $y_{P_m} = (y_i)_{i \in P_m} \in A_{P_m} = \prod_{i \in P_m} A_i$ вектор дій агентів з множини робіт P_m ,

$y_{F_m} = (y_i)_{i \in F_m} \in A_{F_m} = \prod_{i \in F_m} A_i$ вектор дій агентів з множини F_m ,

y_{F_m}/y_i – вектор y_{F_m} дій агентів з множини F_m , в якій дії i -го агента замінено на y_i .

Призначення агентів в рамках підмножин $M \setminus \{i\}$ функціональних робіт передбачають врахування стратегії поведінки в залежності від майбутнього вибору інших агентів. Така взаємодія визначається за рівновагою Неша 2 [176]:

$$NE_2(M \setminus \{i\}, u_i(.)) = \left\{ y_{M \setminus \{i\}} \in A_{M \setminus \{i\}} \mid \forall j \in M \setminus \{i\} \forall y_j \in A_j f_j(y_{M \setminus \{i\}}, u_i(y_{M \setminus \{i\}})) \geq f_j(y_{M \setminus \{i\}} | y_i, u_i(y_{M \setminus \{i\}} | y_i)) \right\}, i \in M \quad (3.22)$$

Цільова функція призначення виконавців на проєктні роботи полягає в максимізації ефективності трудового ресурсу на конкретну роботу з врахуванням зайнятості на попередніх та майбутніх роботах [159].

$$f_{M_i} = \max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{A_{P_j}}^M F_{ij} \quad (3.23)$$

за умови

$$\sum_{i=1}^n F_{ij} = 1 \quad \sum_{j=1}^m F_{ij} = 1 \quad F_{ij} = [0,1] \quad (3.24)$$

Цільова функція призначення на роботи виконавців визначається мінімізацією коефіцієнту навантаження

$$f_{M_i} = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{\text{навант } A_{P_j}} F_{ij} \quad (3.25)$$

за умови

$$\sum_{i=1}^n F_{ij} = 1 \quad \sum_{j=1}^m F_{ij} = 1 \quad F_{ij} = [0,1] \quad (3.26)$$

Ефективність робіт з урахуванням коефіцієнта користі буде визначатися як залежність зробленої роботи від часу, використаного на виконання роботи, що залежить від величини коефіцієнта користі.

$$\varepsilon_{wg} = \frac{V_{Ti}}{t_{TiAj} * k_{\text{користі}}} \quad (3.27)$$

де V_{Ti} - повний обсяг роботи;

t_{TiAj} - Тривалість виконання і-ої операції g-им виконавцем, (агентом);

$k_{\text{користі}}$ - Коефіцієнт користі.

Коефіцієнт користі являє собою складний коефіцієнт, що залежить від своєчасності роботи, коефіцієнта надійності, коефіцієнта користі, коефіцієнта професіоналізму:

$$k_{\text{користі}} = S_{Aj} * k_{\text{проф}} * k_{\text{відп}} * k_{\text{надійності}} \quad (3.28)$$

де S_{Aj} - коефіцієнт своєчасності виконання роботи;

$k_{\text{проф}}$ коефіцієнт професіоналізму, в який включено знання, досвід і вміння використовувати різні технології проектування;

$k_{\text{відп}} = [0 \dots 1]$ - коефіцієнт відповідальності агента;

$k_{\text{надійності}}$ - Коефіцієнт надійності агента, який залежить від кількості робочих днів, кількості пропущених днів, готовність до відряджень і наднормативної роботи.

Ефективність роботи, визначена за даними формулами, буде більш інформативною, оскільки враховує індивідуальні характеристики кожного агента [150]. Однак для розподілу агентів з різних видів робіт необхідно враховувати ще одну обставина – ризик появи помилок при проектуванні і обсяг втрат при реалізації цих помилок [55]. Якщо мова йде про економічні втрати, то їх можна мінімізувати за допомогою програмних засобів (повторне рішення задач і т.п.) Як правило, система має часовий ресурс для перевірки особливо важливих завдань. Однак при розробці та впровадженні інформаційних систем для складних чи небезпечних підприємств, помилки у виконаних роботах можуть призвести до серйозних наслідків. Тому необхідно виконати аналіз поставлених завдань проєкту та при розподілі агентів на виконання цих завдань враховувати можливі наслідки помилок їх роботи.

Для вирішення цього завдання необхідно знайти мінімум цільової функції

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{TiAj} \left| k_{\text{навантаження}_{Aj}} - k_{\text{оптим}} \right| x_{ij} \quad (3.29)$$

за умови

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \text{ та } \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (3.30)$$

де

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } j - \text{робітник виконує } i - \text{у задачу} \\ 0, \text{ в інших випадках} \end{cases}$$

$t_{T_{Aj}} = \frac{V_{Ti}}{F * k_{\text{користі}}}$ – тривалість виконання задачі T_i виконавцем A_j , яка залежить

від псі-характеристик виконавця.

Ще однією задачею використання мультиагентної системи з розподілом трудових ресурсів, крім задачі оптимального розподілу цих ресурсів, є завдання забезпечити контроль за результативністю розподілу ресурсів, для забезпечення формування результатів кваліфікації виконавців на основі виконання поставлених задач [100]. Це завдання вирішується цільовою функцією агента для контролю показників виконання роботи трудових ресурсів:

$$K_A = F < T_q, U, W_{Pj}, N_{rPj}, A_{ri}(Pj, t), \varepsilon_{ri}(Pj, t), K_{ri}, f_{Pj}(t, d_{Pj}) \rightarrow K_{opt} \quad (3.31)$$

де K_A – коефіцієнт критичності виконавця,

T_q – час повної обробки запиту користувача,

U – об'єм потоку даних,

W_{Pj} – загальна кількість проєктів компанії,

N_{rPj} – кількість виконавців, задіяних в проєкті Pj ,

A_r – інтенсивність спілкування окремого виконавця r з іншими членами команди в межах проєкту Pj за проміжок часу t ,

ε_{ri} – ефективність роботи кожного виконавця r в межах проєкту компанії Pj за проміжок часу t ,

K_{ri} – коефіцієнт корисності трудового ресурсу ri для компанії,

$f_{Pj}(t, d_{Pj})$ – функція бажаності результатів виконання проєкту,

d_{Pj} – термін, протягом якого необхідно виконати проєкт Pj ,

j – номер проекту.

Поєднання методу розподілу ресурсів на агентій основі, математичної моделі розподілу ресурсів з врахуванням псі-характеристик та рівня навантаження роботи трудового ресурсу, псі-орієнтований підхід до визначення ефективності роботи виконавця в загальному представленні опишемо:

$$MAS = (A, A_{clas}, C, ENV, S, R) \quad (3.32)$$

де

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_i\}$ - множина всіх агентів системи;

$A_{clas} = \{A_c, A_{Ti}, A_{Wj}\}$ - множина всіх можливих класів агентів системи,

$C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ – множина всіх можливих взаємодій між агентами системи,

$ENV = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$ – множина всіх можливих середовищ системи,

$S = \{S, S', S'', \dots\}$ – множина всіх можливих станів середовищ системи,

R – множина всіх можливих взаємодій між середовищами.

При цьому взаємодія в середовищі визначається за формулою

$$R = \{beh_{sys}, beh_{env}, beh_{agent}\} \quad (3.33)$$

beh_{sys} – функція поведінки системи, beh_{env} – функція поведінки середовища,

beh_{agent} – функція поведінки агентів одного класу.

Математична модель агента мультиагентної системи має такий вигляд:

$$agent = (S_a, D_a, K_a, G_a, A, K_{na}, SR_i, SR_r, S_{env}, beh_{env}, beh_{agent}, cons) \quad (3.34)$$

де S_a – множина станів агента,

D_a – множина дій агента,

K_a – множина знань агента про себе,

G_a – множина цілей агента,

A – множина агентів-членів проєктної команди,

K_{na} – множина знань, отриманих від агентів-членів проєктної команди,

SR_i – множина знань про ідеальний стан розподілу ресурсів,

SR_r – множина знань про реальний стан розподілу ресурсів,

S_{env} – множина станів середовища,

beh_{env} – функція поведінки середовища,

beh_{agent} – функція поведінки агента,

cons – умова досягнення консенсусу.

Оцінки часу виконання проєкту показали, що використання коефіцієнту корисності при розподілі ресурсів за розробленим методом дозволяє більш точно оцінити тривалість виконання роботи тим чи іншим виконавцем та обрати найкращий варіант. За розробленим методом створимо автоматизований процес розподілу трудових ресурсів, що дозволить отримати розподіл з оптимальними параметрами.

3.7 Використання моделі RASCI при моделюванні бізнес-процесів

При моделюванні бізнес-процесів велика увага приділяється виконавцям окремих елементів моделі – функції / задачі [53]. Адже при правильному розподілі та налагодженні взаємозв'язків між ролями залежить якість запуску бізнес-процесу та його впровадження в описаній діяльності [60]. Тому при описі конкретних задач необхідно визначити не лише виконавця, а й супровідні ролі, завдяки яким кожна окрема дія процесу буде виконана та досягнуто загальний результат [102].

Сьогодні всі провідні компанії використовують інформаційні системи для постановки та контролю виконання задач [65]. До функціоналу таких задач входить постановка задач з призначенням виконавців та часу виконання [97]. Завдяки такому принципу задачі чітко регулюються відповідальним та часом виконання [77]. Проте для виконання більшості задач необхідно залучати фахівців, що надають консультаційні послуги, допомагають у виконанні задачі, контролюють чи спостерігають за ходом виконання. Якщо при призначенні лише відповідального виконавця на задачу не враховувати залучених до виконання чи спостереження осіб, то і врахувати використання усіх часових ресурсів неможливо [68, 97]. Особливо актуальним постає питання саме у випадку, коли особи здебільшого виконують наглядову чи допоміжну роль, а час роботи фіксується лише на відповідальних виконавців. Тоді облікувати ефективний робочий час стає неможливим, що знижує трудову дисципліну та

відповідальність. В зв'язку з цим необхідно впроваджувати механізми, що дозволять в повному об'ємі відслідковувати усі трудовитрати на кожну з робіт та кожного залученого виконавця індивідуально [58]. Саме вирішення питання ефективного обліку робочого часу усіма залученими до виконання задач особами ставить питання впровадження механізму обліку трудовитрат.

На прикладі частини бізнес-процесу для ІТ-компанії, що займається впровадженням CRM систем, обліковує задачі в спеціалізованій системі, в якій відслідковується лише час на виконання відповідальною особою, розробимо механізм для можливості обліку робочого часу усіх задіяних до реалізації осіб.

У компаніях, що використовують системи управління та обліку задач на виконання процесів, усі роботи мають чітку визначену послідовність дій. Таку послідовність можна представити у вигляді функціональної моделі [15, 98]. Візуальне моделювання бізнес-процесів використовують для формалізації представлень діяльності. Найбільш використовувані нотації BPMN [57, 180] (Рис.3.4.), UML (Рис.3.5.), IDEF3, DFD (Рис.3.6.), EPC (Рис.3.7.) та інші в своєму візуальному представленні функцій мають чітку прив'язку до ролі, що її виконує [8, 112].



Рисунок 3.4 – Роль в нотації BPMN

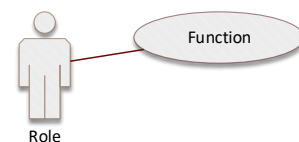


Рисунок 3.5 – Роль в нотації UML

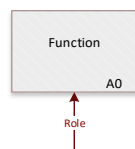


Рисунок 3.6 – Роль в нотації IDEF0

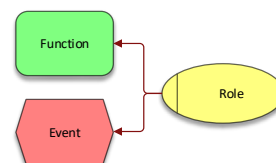


Рисунок 3.7 – Роль в нотації EPC

Допустима прив'язка декількох виконавців до однієї функції, проте без чіткого регулювання відповідальності кожної з ролей [128]. Таким чином при розподілі ресурсів на роботи ми отримуємо модель, що візуалізує лише конкретного виконавця представленої функції. Якщо в модель внести всі ролі

здіянні у реалізації функцій (співвиконавці, консультанти, помічники, контролюючі співробітники, тощо), то така модель буде надмірно перевантажена в представленні. Модель RASCI являється простим інструментом, що використовується для визначення ролей та обов'язків в ході виконання процесу [93].

RASCI являється аббревіатурою, в якій:

- R - Responsible - відповідальний — той, що являється виконавцем дії, саме в рамках пулу в нотації BPMN представлені його дії;
- A – Approval – Особа, що приймає результат виконання дії «R», саме вона несе відповідальність за ефективність виконаної функції / задачі;
- S – Support – особа, що допомагає у виконанні задачі (якщо для отримання результату необхідна така участь), співвиконавець;
- C – Consulted – консультант, за рекомендаціями якого повинна виконуватись функція / задача;
- I – Information – спостерігач, який має бути в курсі ходу виконання та отримати інформацію про результат завершення виконання задачі / функції.

Використаємо для проєктування моделі BPMN нотацію [57], інструментарій для візуалізації моделі роботи процесу. Моделювання в BPMN здійснюється за допомогою діаграм з невеликою кількістю графічних елементів, що робить представлену нотацію простою у використанні як з боку розробника, так і кінцевого користувача, якому необхідно зрозуміти логіку описаного процесу.

Саме Пул (доріжка) являється вказівником на конкретного виконавця, що містить набір функціональних блоків пов'язаних з конкретною роллю.

Опишемо узагальнену частину бізнес-процесу роботи відділу впровадження ІТ-компанії з узгодження технічного завдання на розробку інформаційної системи, що обмежується лише внутрішніми функціями. (Рис.3.8.) В додатку В представлено алгоритми представлення функціональних задач проєкту у відповідності до визначеної ролі. На представленому рисунку ці задачі є узагальненими і не розкривають повного алгоритму роботи відділу. Загалом для виконання проєктних робіт з розробки та впровадження CRM системи складають сотні задач. Зокрема лише задачі з розробки програмного коду командою

розробки можуть містити десятки підзадач, що реалізують певну функцію чи підфункцію системи.

business process of coordination of the technical task

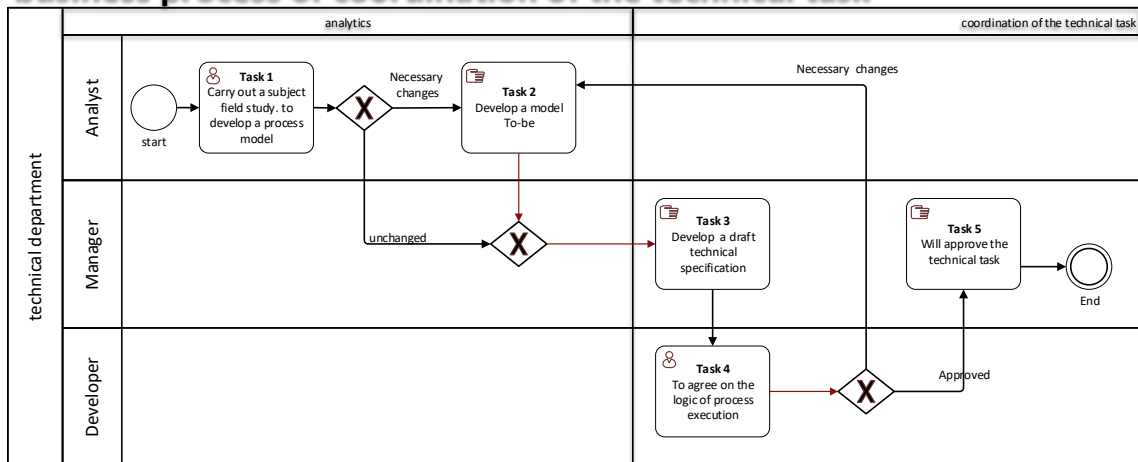


Рисунок 3.8 – Бізнес-процес узгодження технічного завдання

Завдання 1 – відповідальний Аналітик. Провести дослідження предметної області, розробити модель процесів роботи організації. В залежності від опису робіт, концепції впровадження та логіки роботи системи, що буде впроваджена необхідно виконати Завдання 2 чи перейти на Завдання 3, якщо модель роботи компанії повністю відповідає усім параметрам щодо розробки.

Завдання 2 – відповідальний Аналітик. Розробіть модель діяльності підприємства як має бути, з урахуванням особливості впровадження.

Завдання 3 – відповідальний Менеджер проєкту. Розробка чи керування розробкою технічного завдання, що буде основою для впровадження. Для узгодження усіх технічних моментів впровадження необхідно виконати завдання 4.

Завдання 4 – відповідальний Розробник. Узгодження технічних питань щодо відповідності технічного завдання та програмних можливостей, логіки роботи функцій, тощо. При отриманні позитивної резолюції процес можна переводити на останню фазу узгодження проєкту з замовником, інакше необхідно внести корективи в логіку виконання функцій в рамках задачі 2.

Завдання 5 – відповідальний Менеджер проєкту. Затвердження технічного завдання. Затвердження умов виконання та реалізації проєкту з замовником.

Оскільки кожна задача вимагає залучення декількох фахівців та залучення спеціалістів не лише відділу розробки, а й інших відділів та замовника необхідно визначити межі відповідальності по кожній задачі. Для цього необхідно прописати не лише пул виконавця та послідовність дій, а й інші ролі, які необхідні для отримання результату по кожній задачі.

Саме орієнтуючись на дані вимоги моделі сформулюємо матрицю, де по одній осі будуть вказані функції, що представлені на рисунку 3.8, а по іншій усі підрозділи, виконавці чи причетні до виконання вказаної функції особи. Кожен елемент матриці визначається відповідною літерою з методу: R, A, S, C, I, що позначає його відповідальність до конкретної функції.

Обов'язковою передумовою кожної задачі, що відповідальним виконавцем завжди має виступати лише одна особа, адже саме відповідальна особа несе повну відповідальність за кінцевий результат виконання задачі [104, 106]. Проте для якісного виконання задач необхідно консультиватись з тих чи інших питань, залучати фахівців в конкретній галузі, що підвищать якісний результат виконаної задачі; також результат кожної задачі повинен бути прийнятий відповідним керівником, чи особою на яку покладено відповідальність за процес в цілому [28].

Матриця відповідальності дозволяє виконати рольовий розподіл усіх задач будь якого процесу [97]. Зокрема на основі представленого процесу розробки технічного завдання окрім представлених на рисунку 3.6 ролей: аналітик, менеджер, розробник, також задіяні наступні особи: консультант з впровадження, керівник проекту, технічних фахівець, і звичайно, замовник, що зацікавлений в якісному впровадженні. На основі вказаних ролей виконаємо розподіл їх відповідальності (таблиця 3.11) в рамках виконання конкретних задач процесу.

Для визначення оцінки тривалості робіт необхідно передбачити участь кожної особи в проекті в рамках його зони відповідальності [78]. У матриці відповідальності опис рольового розподілу за операціями процесу дозволяє чітко визначити інтенсивність залучення до роботи, коли, крім власника і виконавця, процес пов'язують з низкою інших ролей, таких як відповідальний (керівник), що бере участь (виконавець), інформований [11, 39, 102].

Таблиця 3.11 – Розподіл відповідальності на роботи проекту

Задачі \ Обов'язки	R Responsible	A Approval	S Support	C Consulted	I Information
Задача 1. Провести дослідження предметної області, розробити модель as-is	Аналітик	Менеджер	Консультант з впровадження	Розробник, Менеджер	Замовник, Керівник проекту
Задача 2. Розробка моделі To-be	Аналітик	Менеджер	Консультант з впровадження	Менеджер, Розробник	Замовник, Керівник проекту
Задача 3 Розробка технічного завдання	Менеджер	Керівник проекту	Консультант з впровадження, Замовник, Керівник проекту	Керівник проекту	Керівник проекту
Задача 4. Узгодження технічного завдання	Розробник	Менеджер	Технічний консультант	Технічний консультант, Менеджер, Аналітик	Керівник проекту
Задача 5. Затвердження технічного завдання	Менеджер	Замовник, Керівник проекту	Керівник проекту	Керівник проекту, Аналітик	Замовник, Керівник проекту

Сукупність цих двох рольових розподілів дозволяє сформулювати представлення інтенсивності залучення до робіт. Якщо прийняти, що тривалість роботи для відповідального можна розрахувати за формулою (3.35), то для визначання інших учасників необхідно передбачити коефіцієнти їх залучення до роботи [45, 66].

$$T_i = V_{ik} / W_{ik} \quad (3.35)$$

де T_i – тривалість i -тої роботи;

V_{ik} – трудомісткість виконання i -тої роботи k -им видом ресурсу (може вимірюватись в хвилинах, годинах, людино-днях, змінах, тощо);

W_{ik} – інтенсивність використання k -ого ресурсу на i -тій роботі.

При впровадженні моделі RASCI для постановки та контролю виконання задач в проєктній групі з розробки та впровадження CRM системи відсоток щодо звітування по ефективному використанню робочого часу виріс на 11 пунктів (з 73 до 84 – розраховано на основі виконаного впровадження в компанії ТОВ «Примавера Капітал»). За рахунок такого впровадження керівництво компанії

може більш чітко регулювати навантаження на трудові ресурси, а керівник проєкту має більш чітке представлення щодо термінів виконання задач проєкту, залучення фінансування та відповідних фахівців до кожної з поставлених задач.

При аналізі залучення трудових ресурсів в рамках матричного розподілу RASCI прослідковується залежність інтенсивності від визначеної ролі. В залежності від виду проєктних робіт, складності та тривалості проєкту, особливих умов виконання ці показники незначно різняться. Тому можна представити, що відсоток залучання кожного ресурсу лежить в наступних межах: R (Responsible) 83 – 100%, A (Approval) 8 -22%; S (Support) 15- 45%, C (Consulted) 5 – 19%; I (Information) 0 – 6%. При управлінні проєктами велика увага приділяється чітким термінам виконання задач. Кожен учасник робочої групи може отримувати і працювати над декількома задачами одночасно, як в межах одного проєкту так і декількох різних проєктів. Тому важливим являється встановлення таких норм кількості задач, які можуть ставитись для кожного учасника проєктної групи на кожному етапі виконання проєктних робіт.

Ліміти незакінченої роботи WIP (work in progress) застосовуються при розробці проєктів за agile-методологією, щоб максимально розмежувати максимальну кількість завдань для кожного учасника проєкту на кожному з етапів виконання проєкту. При обмеженні кількості незавершених робіт на кожному етапі, підвищується якість виконання таких робіт та проєкту в цілому. Тому виникає необхідність визначити лімітовані кількості незавершених робіт на кожному етапі проєкту з врахуванням особливостей учасників проєктної команди. Вибір виконавця та призначення робі на проєкті здійснюється за максимальними компетентностями і мінімальними витратними показниками. Математичний модель вибору виконавця проєкту має наступний вигляд:

$$F(KB, 3H, TO, KB, V) = \alpha_1 KB + \alpha_2 3H + \alpha_3 TO + \alpha_4 KB - \alpha_5 V \quad (3.36)$$

де KB – освітньо-кваліфікаційна компетентність;

3H – знання і навички в предметній галузі проєкту;

TO – знання та досвід у виконання операцій вказаного типу;

KB – командні взаємовідносини;

В – витратні показники (витрати на зарплатню, програмне та технічне забезпечення, додаткове навчання тощо).

Кожна величина має свій коефіцієнт значимості, і сумарна оцінка компетентності виконавця буде дорівнювати 1, при тому, що кожне вагове значення α_i знаходиться в межах від 0 до 1.

$$\sum_{i=1}^5 a_i = 1 \quad (3.37)$$

При призначенні виконавців на роботи також необхідно врахувати як загальну кількість призначених робіт на проєкті, так і на кожному з етапів. Адже чим більше у виконавця робіт, тим більше перехідного часу йому необхідно (переключення з однієї роботи на іншу). Встановлення таких лімітів не лише дозволить відслідковувати надмірну кількість задач в роботі, але й забезпечить можливість постановки додаткових задач при зменшенні завантаженості команди чи кожного окремого учасника проєкту. Найскладнішим при встановленні лімітів являється саме вирахування лімітованого значення, адже команда має притаманність змінюватись, задачі можуть мати різний рівень складності та тривалість виконання, проявляється як досвід виконавців так і параметри особистості. Завдяки такому лімітуванню команда може визначити не лише проблемні ділянки проєкту, а й слабких учасників, що затримують виконання робіт.

Висновки до розділу 3

На основі методу аналізу ієрархій проведено дослідження та вибір системи управління проєктами, що може бути використана в компанії, що займається проєктним управлінням. Доведено ефективність такого підбору для компанії з запровадженням обраної системи в проєктний менеджмент.

Визначено перелік кваліфікаційних вимог трудових ресурсів у відповідності до функціональної області робіт та ролі, в межах яких виступає виконавець. Такий перелік дозволить приймати альтернативні рішення, щодо виконавців проєктних робіт. Доведено важливість використання матриць оцінки компетенції по кожній кваліфікації персоналу для чіткого визначення рівня знань співробітників, що дозволяє чітко регулювати призначення на проєктні роботи.

Сформульовано завдання оцінки персоналу, що призначається на проєктні роботи з розробки інформаційних систем. Визначено критерії, що необхідні для проведення оцінки співробітників; особи, які є експертами та приймають рішення щодо кваліфікації персоналу. Чіткий алгоритм проведення атестації персоналу забезпечує рівні права для кожного співробітника в розвитку його професійного та кар'єрного зростання в компанії.

Розроблено алгоритм призначення персоналу на проєктні роботи відповідно до рівня визначеної компетенції та кваліфікації та умов проєктної діяльності. Ці параметри, є ключовими при оцінці кваліфікаційних можливостей співробітника вирішувати конкретні задачі проєкту та безпосередньому призначенні на виконання певної проєктної роботи.

Розроблено моделі на базі агентно-орієнтованого підходу розподілу ресурсів на проєктні роботи, що ґрунтуються на оцінці компетентнісних показників трудових ресурсів, залученні в проєктних командах та роботах, кваліфікації, функціоналу робіт, черговості та пріоритету робіт. Вирішено цільові функції з максимізації ефективності виконавця на конкретну роботу з врахуванням зайнятості на попередніх та майбутніх роботах та мінімізацією коефіцієнту навантаження.

Представлено використання методу RASCI для управління усіма залученими на виконання задач трудових ресурсів, що дозволяє узгоджувати та інформувати про роль та обов'язки кожного залученого члена проєктної команди. Такий розподіл в задачах дозволяє налаштовувати доступи, керувати відображенням та повноваженнями, управляти білінгом в проєктних задачах. Саме завдяки такому представленню можна більш чітко керувати робочим часом учасників проєкту, оскільки час на виконання задачі витрачається не лише виконавцем, а й іншими задіяними особами.

Запровадження WIP лімітів в проєктному управлінні забезпечує рівномірний розподіл проєктних задач між усіма учасниками проєктної команди.

Результати розділу наведені в роботах автора [20], [21], [40], [41], [42], [44], [131], [134], [137], [138], [139], [140], [141], [145], [148], [150], [171]

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛУ ПЕРСОНАЛУ

4.1 Синхронізація з системою управління проєктами

При виборі системи управління проєктами ключовими функціями для вибору були саме можливості по синхронізації та відкритості, що дозволяє забезпечити обмін даними з іншими системами та додатками [141]. Завдяки такій відкритості ми можемо реалізувати алгоритми обміну даними.

Завдяки такій синхронізації модуль не буде мати жодного впливу на існуючу інформаційну систему управління проєктом лише обмінюватись даними, що будуть визначені, як обов'язкові для роботи обох систем [140].

Для синхронізації немає необхідності передавати всі потоки інформації, оскільки це вимагає додаткових ресурсів. Тому потрібно чітко визначити ті таблиці та поля, якими будуть обмінюватись системи.

Синхронізація має бути виконана у двосторонньому порядку: отримувати та передавати дані з розроблюваного модулю.

Немає необхідності виконувати синхронізацію в режимі реального часу, адже робота модуля передбачає періодичне функціонування: виконання розподілу персоналу на роботи та проведення атестації персоналу по завершенню проєкту (фази проєкту). Тому виконання обміну можна реалізувати за запитом – звернення до модуля, а повернення даних після проведення розподілу виконавців на роботи.

У візуальному відображенні, дані мають бути актуальними за відповідними запитами чи виконанням дій, а весь процес обміну необхідно фіксувати за допомогою лог-файлів.

Отже синхронізацію будемо виконувати за наступним алгоритмом:

1. Активною програмою для обміну буде виступати розроблюваний модуль.
2. Пасивною програмою виступає система управління проєктами, що використовується в компанії.

3. Налаштовуємо первинну синхронізацію в системі управління проектами (таблиці, поля, формати даних)
4. Налаштовуємо первинну синхронізацію в розроблюваному модулі для отримання даних з системи управління проектами (обираємо відповідні таблиці, поля, типи даних, а при необхідності вносимо певні корективи в БД).
5. Узгоджуємо поля в системі управління проектами.
6. Узгоджуємо поля в розроблюваному модулі.
7. Налаштовуємо локальну синхронізацію, з визначенням місця збереження файлів для обміну даними.
8. Налаштовуємо умови виконання синхронізації.
9. Проводимо тестову синхронізацію та при необхідності вносимо корективи в роботу з обміну даними.

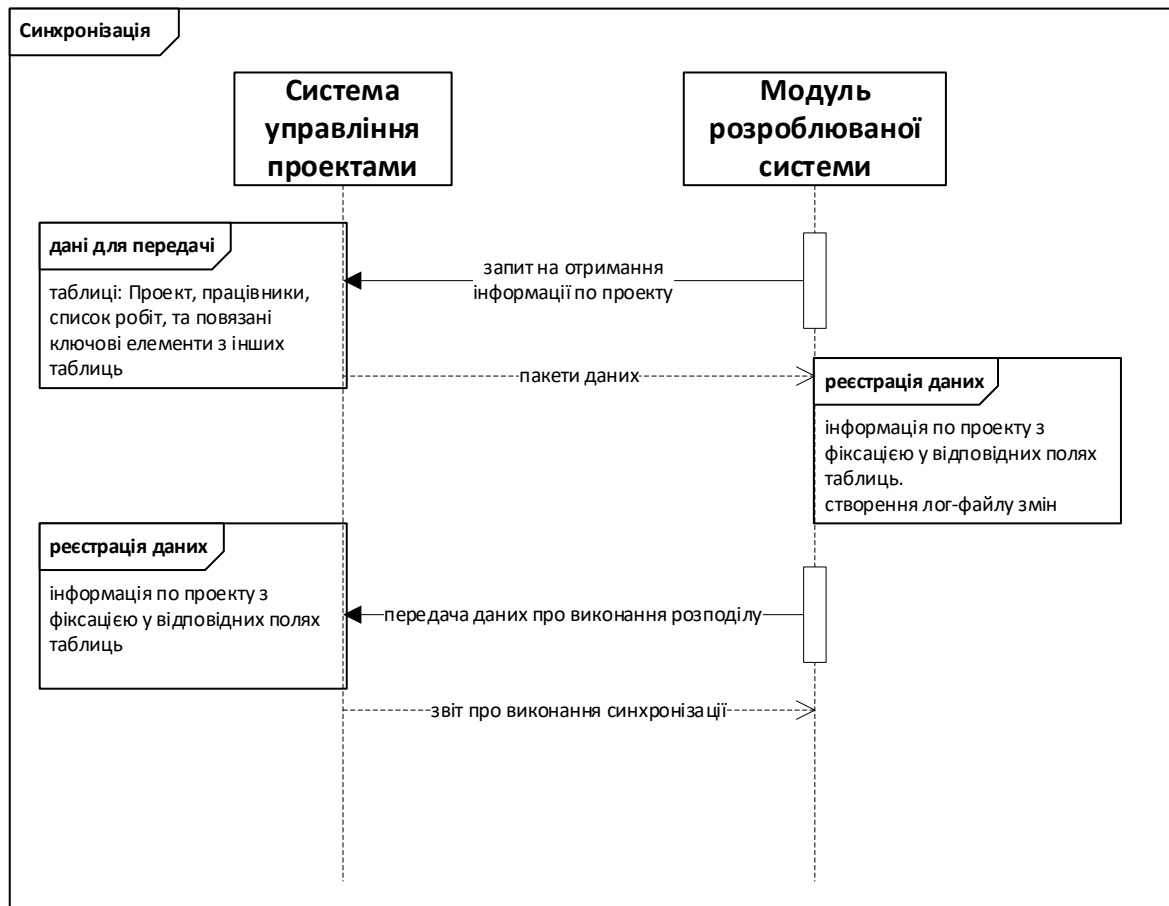


Рисунок 4.1 – Алгоритм виконання обміну даними між системами

Для обміну даними використаємо технологію реплікації — DBReplicaiton [32] створену для підвищення продуктивності роботи з базами даних Microsoft SQL Server [76]. Дана технологія ґрунтується на можливостях потокового стиснення та шифрування даних, що передаються. Тим самим збільшується швидкість передачі без втручання в код кожного з додатків.

Рішення DBReplicaiton базується на транзакційному принципі реплікації. При синхронізації передаються лише змінені дані. Всі дані при передачі ефективно стискаються, що дозволяє суттєво знизити трафік та пришвидшити обмін.

В розпорядженні адміністратора розроблено єдиний інтерфейс, що дозволяє контролювати процеси обміну, налагоджувати правила для всієї мережі: які дані, звідки і куди повинні переміщуватись. Обов'язково передбачено механізми формування журналу сповіщень статусів проведення синхронізації.

Параметри синхронізації наведено у додатку Г.

4.2 Алгоритми проведення проєктної оцінки персоналу

В рамках управління ресурсами проводимо процедури оцінки персоналу, від яких залежить відомості про кваліфікацію для призначення на проєктні роботи [131]. Виконують таку оцінку, в залежності від виду атестації, керівники проєктів, куратори, співробітники HR-відділу [146].

На основі параметрів щодо проведення оцінки персоналу побудуємо наступні алгоритми:

Первинна атестація, до неї також включено атестацію по завершенню випробувального періоду (рис. 4.3).

Чергова атестація передбачає підтвердження кваліфікаційних компетентностей персоналу (рис. 4.4).

Позачергова. Може бути ініційована як самим виконавцем, для перспективи кар'єрного росту, переведенням на іншу посаду, так і керівництвом з аналогічних причин, а також при незадовільних показниках роботи (рис. 4.5).

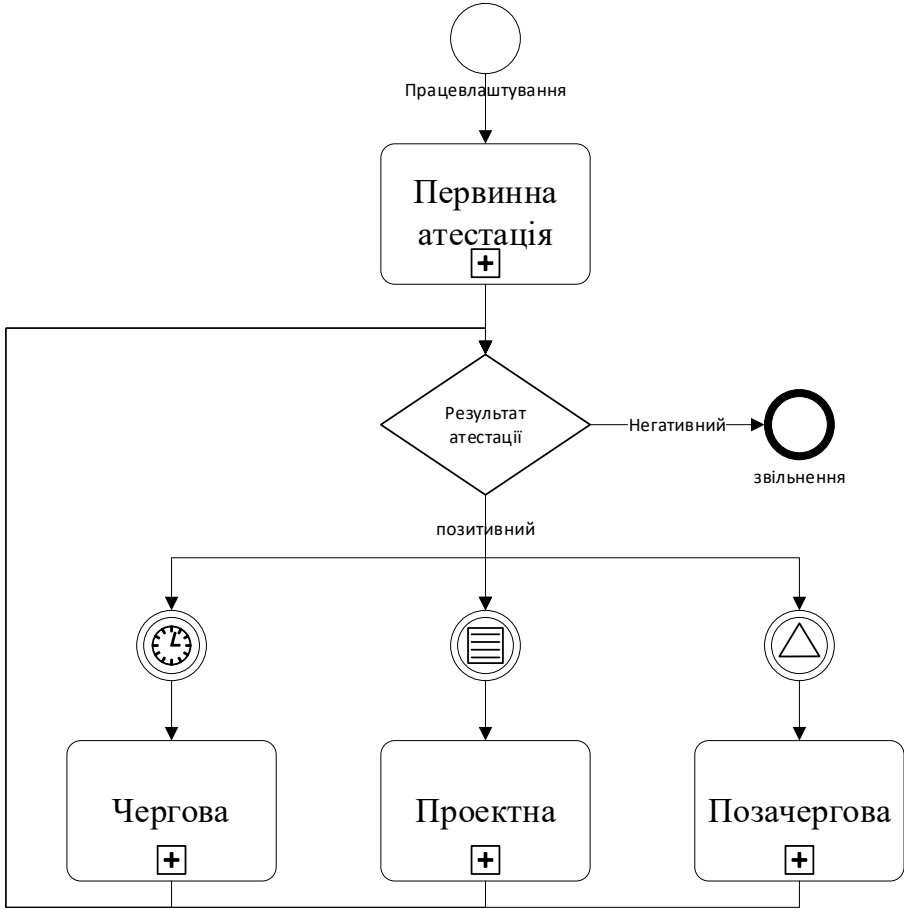


Рисунок 4.2 – Алгоритм проведення оцінки персоналу в процесі трудової діяльності

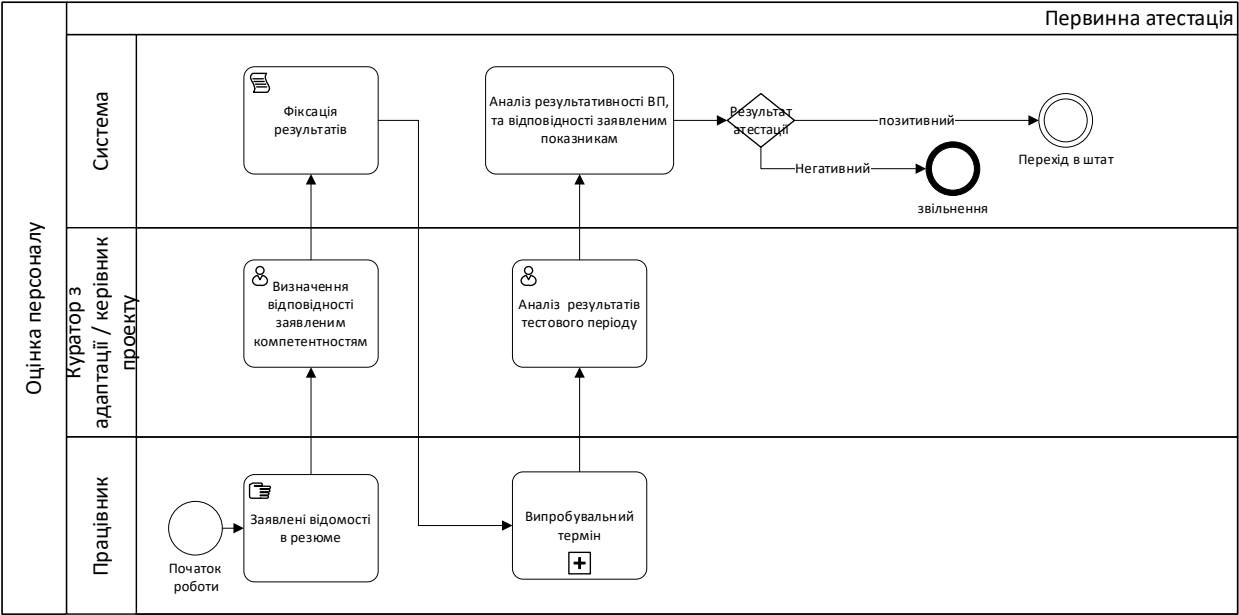


Рисунок 4.3 – Алгоритм проведення первинної атестації

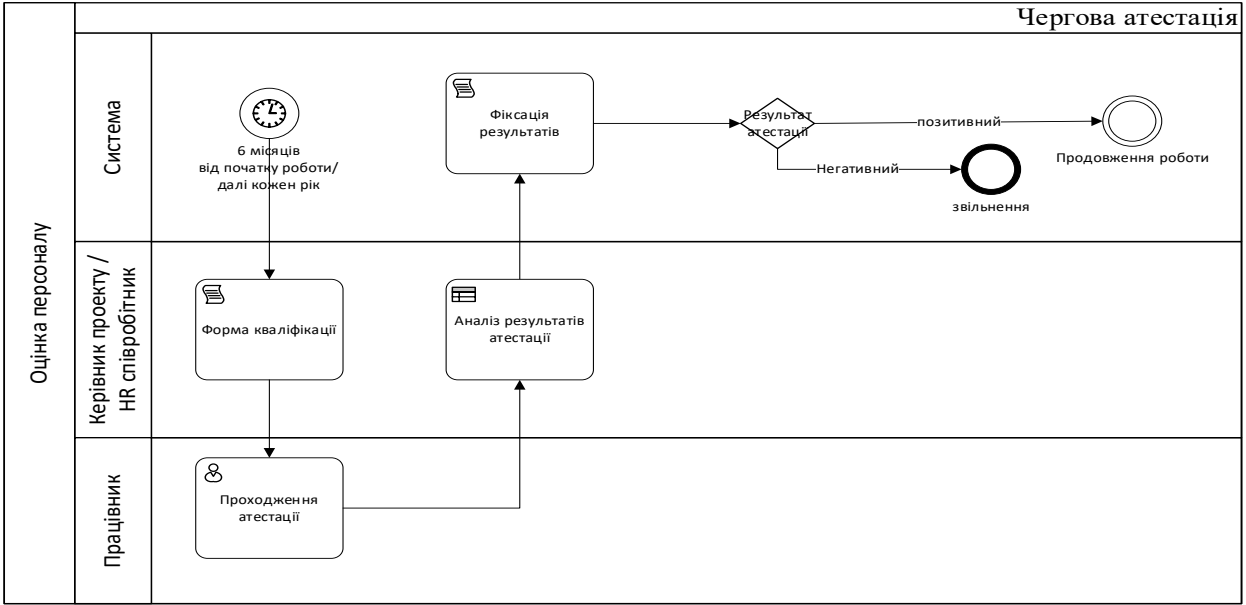


Рисунок 4.4 – Алгоритм проведення чергової атестації

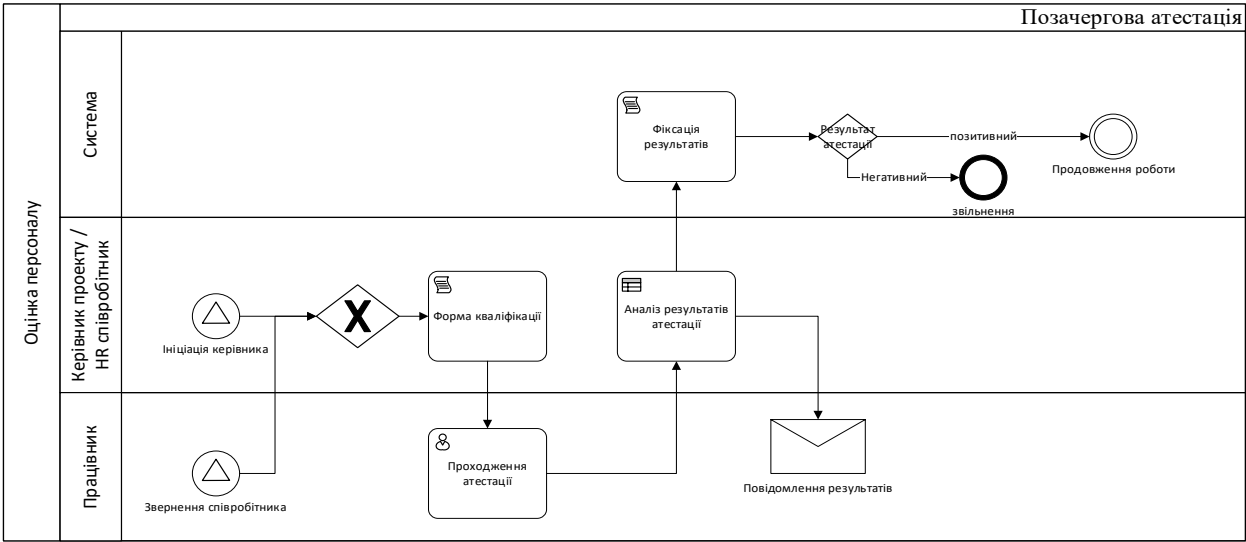


Рисунок 4.5 – Алгоритм проведення позачергової атестації

При проведенні атестації для кожного етапу (окрім проєктної) визначається ті параметри та характеристики, які будуть оцінюватись.

При необхідності до атестації можуть залучатись інші фахівці підприємства, враховувати думку зовнішніх експертів та відгуки зацікавлених осіб (клієнти, підрядні організації, сторонні проєктні групи, тощо).

4.3 Реалізація функцій системи

Процедура: призначення виконавця на проєктні роботи проводиться у відповідності до аналізу набору функціональних операцій, що враховують показники важливості функціональних операцій (рис.4.6) (за формулами 3.7-3.33). При визначенні категорії роботи потрібно визначити множину виконавців, що за своєю роллю та кваліфікаційними параметрами можуть бути призначені на роботи [152]. Кожен член проєктної команди може бути призначений на відповідну кількість робіт проєкту, що відповідає його можливостям. В той же час кожна робота може виконуватись одним чи декількома представниками проєктної команди, тому потрібно визначити пріоритет послідовності виконання робіт і відповідності до даного пріоритету обчислюємо мінімально наявні кваліфікаційні можливості трудового ресурсу, що може бути її виконавцем. Таким чином на роботи будуть призначені спочатку виконавці з найменшою кваліфікацією, яка допустима для її реалізації.

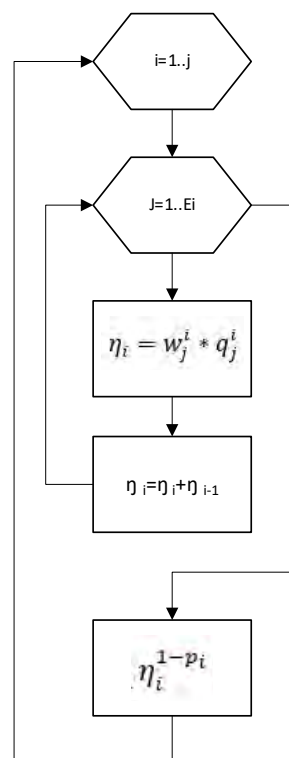


Рисунок 4.6 – Алгоритм визначення показників функціональних операцій трудових ресурсів

Процедура визначення стратегії поведінки в залежності від майбутнього вибору інших агентів для призначення агентів в рамках окремого етапу проєкту на функціональні роботи визначається за алгоритмом (рис. 4.7) (за формулами 3.7- 3.25).

1. Для кожного розподілу отримуємо інформацію членів проєктної команди, їх позиції в проєктній команді та відповідності до типу завдання. Також вхідними даними буде інформація про залежність зайнятості кожного з обраних виконавців в проєкті.

2. Визначаємо множину членів проєктної команди, що можуть бути залучені до виконання робіт у відповідності до категорії, множини їхніх допустимих дій та множини робіт, які вони можуть виконувати.

3. Враховуючи мережний графік послідовності виконання робіт проєкту які мають бути розподіленими, та робіт, що вже розподілені між виконавцями – формуємо послідовність, в якій представляємо призначені виконавцями задачі у вигляді впорядкованої множини послідовності завдань у підмножині виконавців, де всі роботи можуть виконуватись лише після завершення всіх попередніх робіт агентами.

4. Розподіл виконуємо для всієї множини робіт, на які мають бути призначені виконавці.

5. Розподіл виконується за умови, що у нас наявні всі умови для трудових ресурсів з відповідними ролями, що можуть виконувати поставлену задачу та відповідним набором кваліфікації на дану роботу.

6. Трудові ресурси у відповідності до їх ролі можуть бути призначені на відповідні роботи з визначеною складністю, з врахуванням перспективи призначення на наступних роботах проєкту.

7. Призначення виконавців на функціональні роботи враховують стратегію поведінки проєктного управління в залежності від майбутнього вибору інших виконавців.

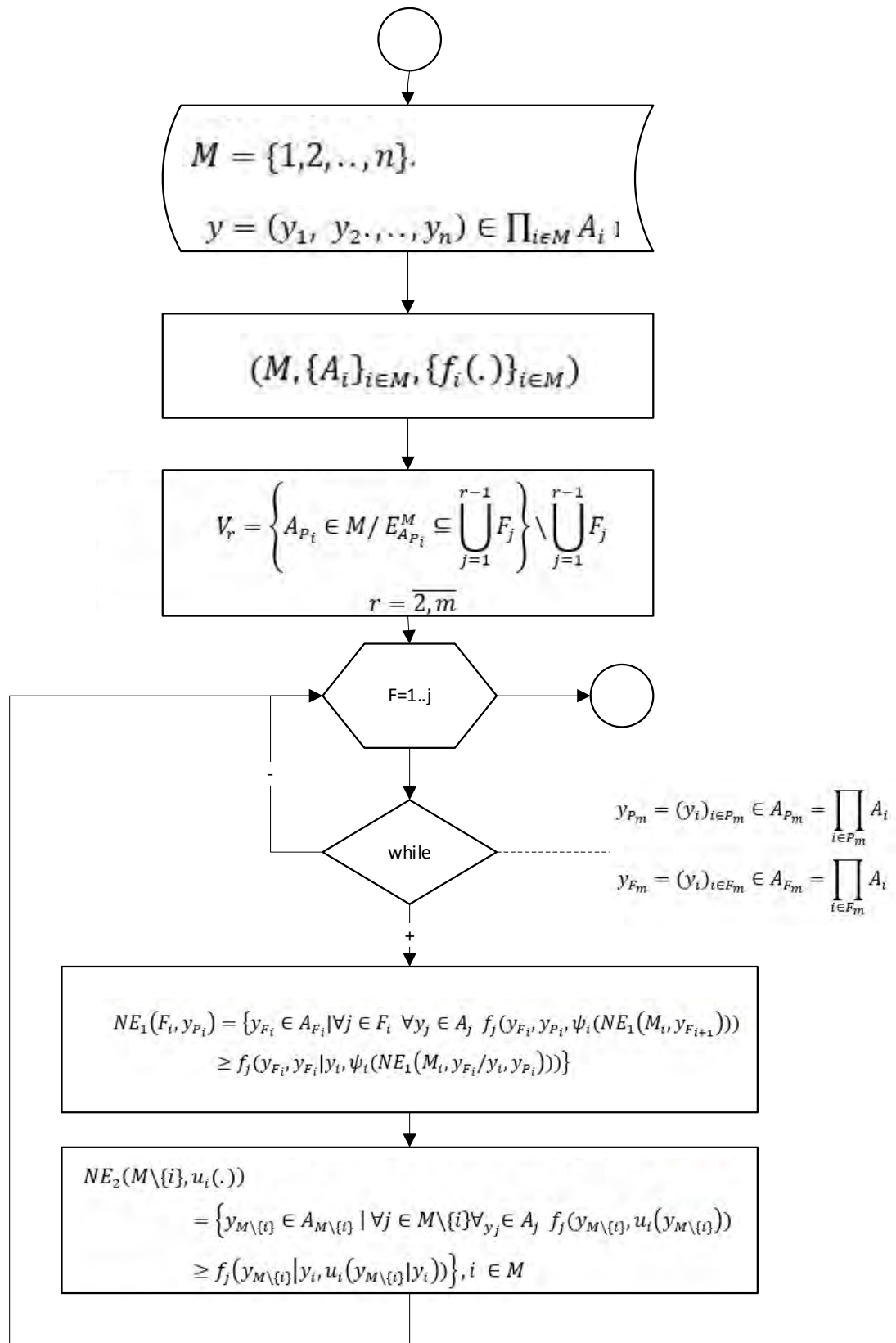


Рисунок 4.7 – Алгоритм визначення стратегії поведінки в залежності від майбутнього вибору інших агентів

Процедура обчислення цільової функції призначення виконавців на проєктні роботи [186] полягає з врахуванням зайнятості на попередніх та майбутніх роботах (рис.4.8) (за формулами 3.7- 3.25).

Для всіх можливих задач визначається множина допустимих виконавців у відповідності до ролі та кваліфікації. Для такої множини задач знаходимо максимально-ефективного виконавця для виконання задачі з найменшим коефіцієнтом навантаження.

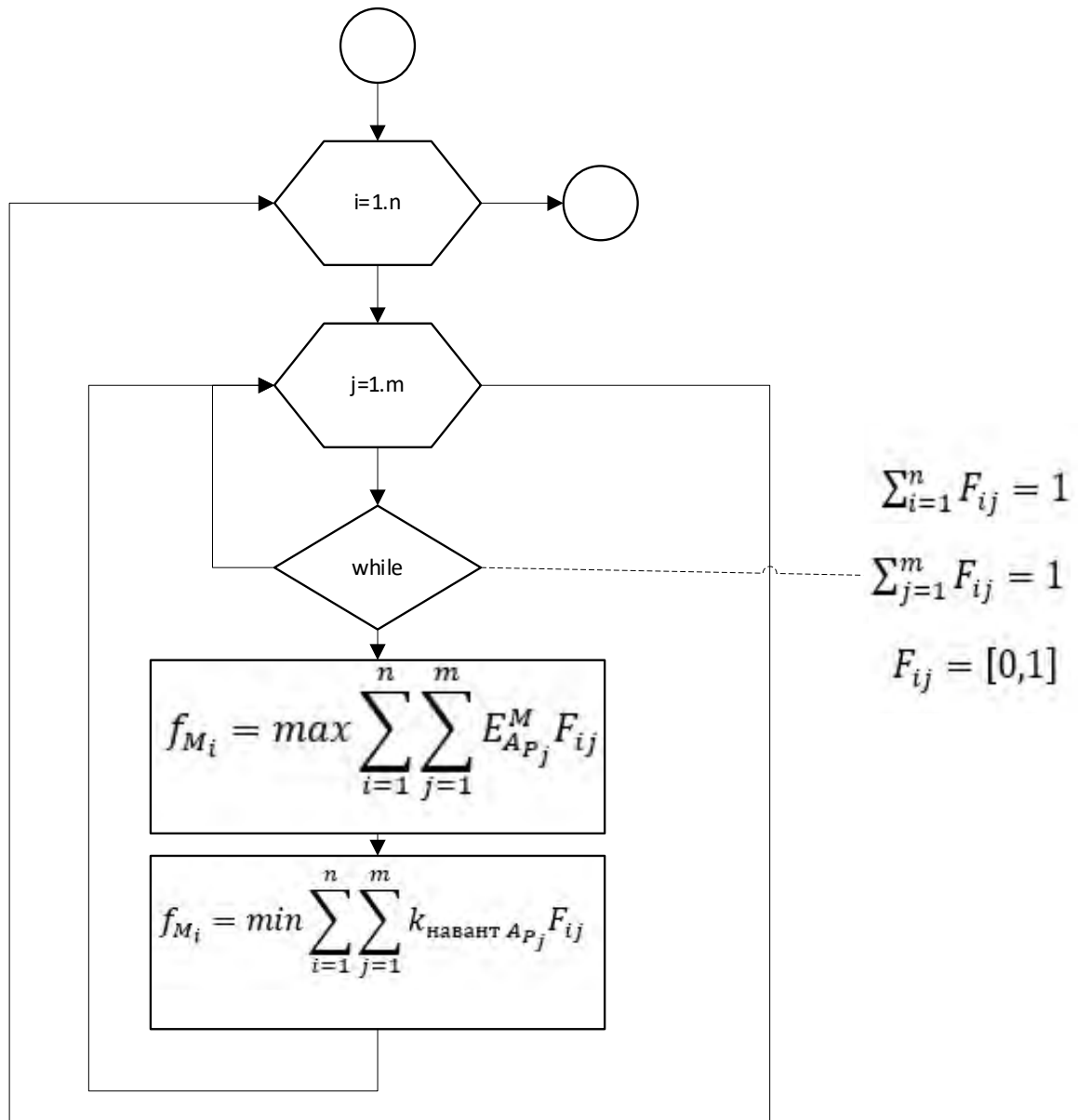


Рисунок 4.8 – Алгоритм обчислення цільової функції

4.4 Алгоритми проведення проєктної оцінки персоналу

Проектна атестація може проводитись, як після закінчення проєкту, так і після завершення конкретної фази проєкту (рис.4.9.). В рамках даної атестації необхідно виконати оцінку персоналу який був задіяний на даному проєкті, щонайменше на 10 % від загального робочого часу. Для членів проєктної команди, що були лише частково залучені на проєкті роботи, така оцінка не може бути об'єктивною, оскільки персонал може залучатись на рутинні роботи, для прискорення робіт проєкту, чи на надто складні, для вирішення надзвичайних та особливих питань, тощо.

При проведення атестації виконується аналіз участі в проєкті кожного учасника: кількість часу на проєктні роботи. Виділяються всі задачі проєкту: визначається складність, час запланований та фактично витрачений, якість виконання, що залежить від кількості повернень на доробку, час на тестування, результативність задачі, та її внесок в загальну складову проєкту.

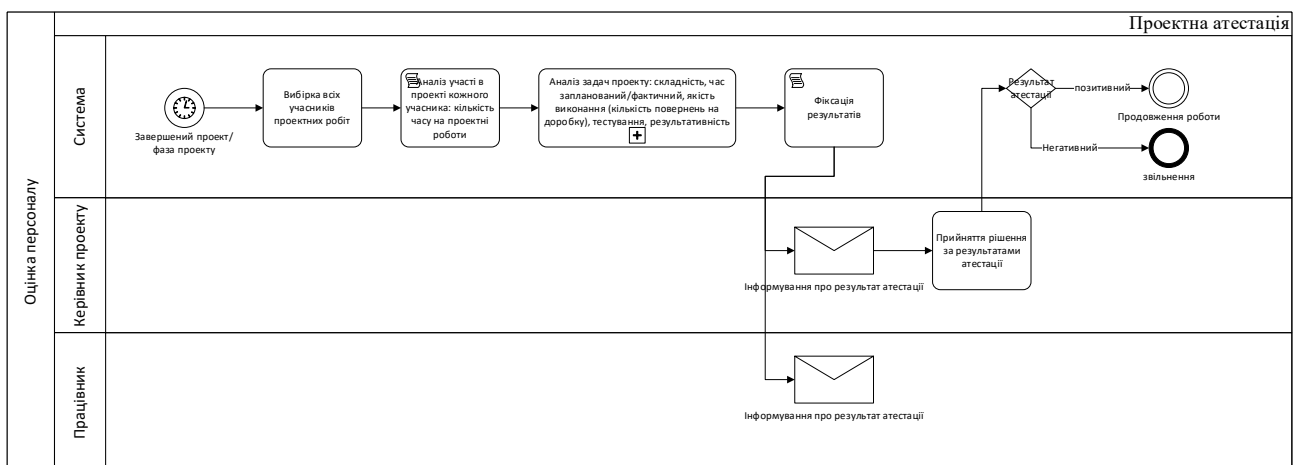


Рисунок 4.9 – Алгоритм проведення проєктної атестації

В першу чергу, в рамках проєктної атестації, виконується оцінка «процесної зрілості», проте кожен трудовий ресурс володіє унікальним потенціалом та можливостями, що потребує комплексної оцінки [164]. Зокрема при оцінці персоналу за результатами виконання робіт враховується не лише тривалість та якість реалізації, а й індивідуальні характеристики кожного виконавця (див. розділ 3, п. 3.3).

При виконанні розподілу в першу чергу визначається коефіцієнт корисності кожного трудового ресурсу на проєктні роботи з врахуванням вартості використання даного виконавця, як трудового ресурсу (рис.4.10.). При висхідному розподілі призначення відбувається у відповідності до найменш вартісного ресурсу, але з найвищим коефіцієнтом корисності для проєктної команди.

Кожен завершений проєкт (етап проєкту) формує загальний результат якості впровадження, що залежить від якості виконання кожної окремої роботи на проєкті. При використанні методу RASCI, такі результати оцінки можуть бути визначені не лише для виконавців, що є членами проєктної команди, а й для інших, залучених до виконання членів проєктної команди, але з врахуванням, що їх зайнятість була не менше 10% загального часу витраченого на роботи в визначений період тривалості проєкту.

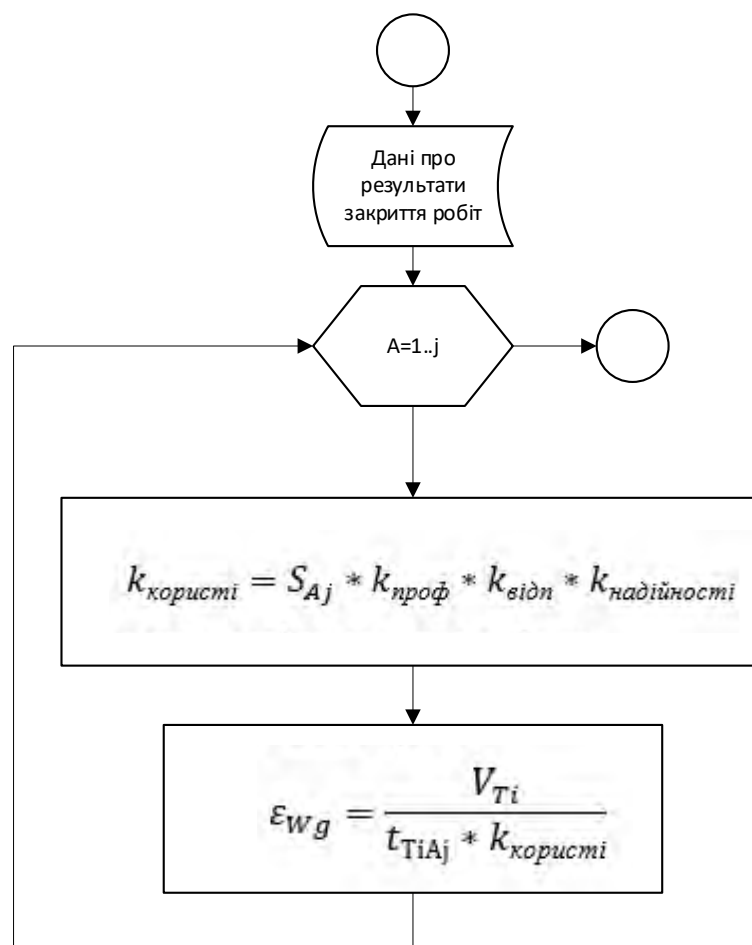


Рисунок 4.10 – Алгоритм визначення ефективності робіт

Таблиця 4.1 – Перевірка реалізації функцій системи

Назва метрики	Опис результату перевірки
Повнота реалізації функцій	$\Psi = 1 - N/M$ N – число нереалізованих (пропущених) функцій M – число функцій в описі вимог
Коректність реалізації функцій	$\varphi = 1 - N/M$ N – число некоректно розроблених функцій M – число функцій в описі вимог
Точність реалізації функцій	$\delta = N/T$ N – число відхилених результатів виконання функцій T – час використання компонентів функції
Ретельність реалізації функцій	$v = N/M$ N – число функцій, для яких специфікації вимог були точно реалізовані, M – число функцій, для яких вимоги до точності були встановлені в специфікації вимог
Здатність до обміну даних	$\mu = N/R$ N – число даних, що беруть участь в обміні даних із БД, R – загальне число форматів даних, що беруть участь в обміні із БД
Контроль доступу до даних у БД	$k = N/M$ N – число несанкціонованих операцій, M – число нелегальних операцій, наведених в описі вимог
Точність обчислення даних	$k = N/M$ N – число елементів даних, для яких забезпечений рівень точності обчислень, M – число елементів даних, для яких у специфікації встановлений рівень точності обчислень
Ступінь контролю доступу	$k = N/M$ N – число вимог до контролю доступу стосовно специфікації вимог, M – число вимог до контролю доступу, встановлених у специфікаціях вимог
Функціональна відповідність	$\varphi = N/M$ N – число коректно розроблених компонентів, до яких пред'являються функціональна відповідність, M – загальне число компонентів, до яких установлені норми і правила відповідності

При оцінці вимог перевіряються відповідності до характеристик функціональності системи. Кожна з виконаних задач після закриття проєкту перевіряється на функціональність у відповідності встановлених вимог, діючим нормам і стандартам [154]. Оцінка реалізації представлених функцій виконується лише після закриття проєкту, оскільки в процесі валідації, верифікації та реалізації завершених задач можуть виникнути питання, щодо якості, точності, коректності, правильності, що стимулюватиме повернення задачі на доробку. Для оцінки використовують метрики (точність, якість, коректність, повнота) для перевірки різних аспектів реалізації функцій. Ці параметри наведені в табл. 4.1.

На основі отриманих значень, приймається рішення, щодо якості виконання конкретної задачі в рамках проєкту, та оцінка виконавця, що реалізував даний функціонал.

4.5 Алгоритми призначення персоналу на проєктні роботи за висхідним методом

Кожне призначення виконується базуючись на алгоритмах визначення корисності кожного окремого агента при призначенні на роботи за розподілом на основі мультиагентної технології (див. розділ 3) (рис.4.11).

Для виконання розподілу проєктних робіт вирішуємо задачу багатокритеріальної оптимізації, що залежить від об'єму проєкту (кількості робіт, етапів, ітерацій, залучених трудових ресурсів) проблеми багатокритеріального вибору вирішуються базуючись на перспективах якісного виконання всіх проєктних робіт в межах проєктної команди. Оптимізація такого рішення повинна враховувати, що в умовах невизначеності усіх задач проєкту (для проєктів що функціонують за Scrum, Agile, тощо), та матимуть місце при реалізації робіт, потрібно регламентувати рівномірне завантаження усіх членів проєктної команди з врахуванням їх компетенцій, зв'язаності робіт (послідовність, залежність), тривалості виконання робіт, резервного часу для реалізації [172]. Також в умовах постановки задач розробки та проєктування

особливу увагу потрібно надати часу на відлагодження та тестування реалізації, що може суттєво збільшити час виконання роботи.

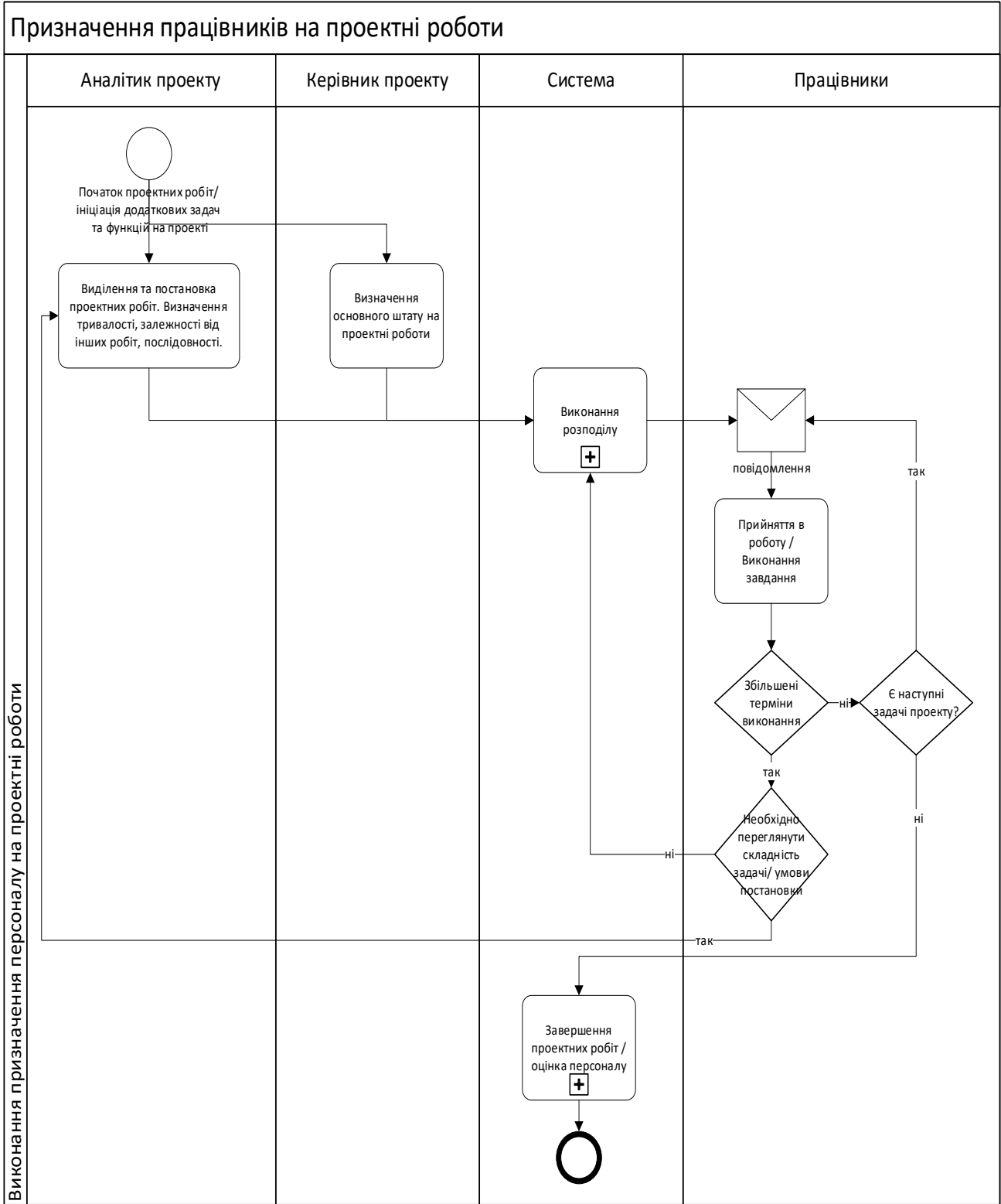


Рисунок 4.11 – Алгоритм призначення виконавців на проектні роботи за висхідною методологією

Основною метою управління процесом розробки та впровадження інформаційних систем являється своєчасне забезпечення необхідними трудовими ресурсами всіх робіт проєкту, створені та вимагають реалізації, з повним контролем за використанням цих ресурсів.

Нехай в розпорядженні організації, що займається розробкою та впровадженням, є ресурс W , що необхідний для виконання n робіт проєкту, кожна з яких потребує призначення персоналу на кожну i -ту роботу $x_i, \overline{i = 1, n}$ [124]. Розподіл W між роботами здійснюється на основі пріоритету заявок:

$$x_i = \left\{ \begin{array}{l} s_i, \text{if } \sum_{j=1}^n s_j \leq W \\ \min[s_i, \gamma \eta_j(s_j)], \text{if } \sum_{j=1}^n s_j > W \end{array} \right\} \quad (4.1)$$

де s_i – заявка на отримання ресурсів для i -тої роботи проєкту;

$\eta_i(s_i)$ – монотонна функція пріоритету i -тої роботи проєкту;

if – математичний знак «якщо»;

З врахуванням мультиагентного методу, що базується на умовах оптимальності призначання трудових ресурсів, принцип обернених пріоритетів забезпечить розподіл трудових ресурсів у відповідності до заявок, що обмежуються фазами проєктних процесів [98].

При будь-якому плануванні робіт ми не можемо відхилитись від умов послідовності та залежності виконання робіт, як з точки зору самої роботи, так і виконавця. Тобто залежні роботи не можна почати виконувати до закінчення роботи, що є попередньою для поставленої. Так і виконавець не може приступити до виконання наступної роботи, якщо він залучений до виконання іншої. Тому для такого планування робіт використаємо метод критичного шляху (МКШ).

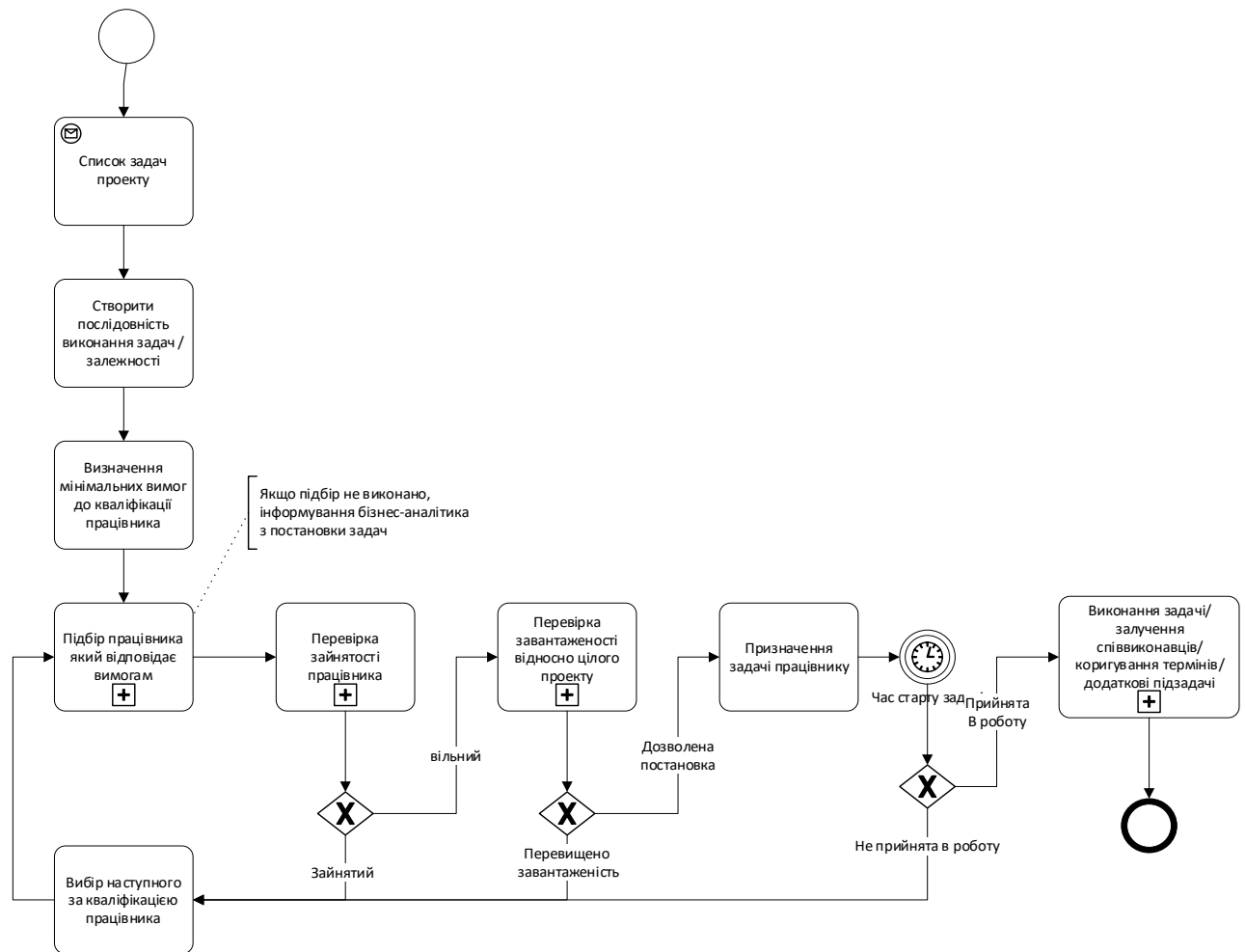


Рисунок 4.12 – Алгоритм виконання розподілу проектних задач між учасниками команди проекту у відповідності до кваліфікаційних рівнів персоналу

4.6 Проєктування фізичної та логічної моделі бази даних

Для побудови логічної та фізичної моделей бази даних управління трудовими ресурсами на проєктні роботи єдиної інформаційної системи підприємства було використано CASE-засіб ERWin Process Modeler [5], що використовує графічну мову представлень та візуалізації моделювання IDEF1X, (додаток Д, рис. Д.1, Д.2).

Логіка представленої моделі описує наступні відношення:

- Ключовою таблицею являється працівник, який може займати певну позицію в компанії та виконувати певні ролі на проєкті.

- Кожен працівник проходить акредитацію визначених типів для отримання кваліфікаційних характеристик у відповідності до типів кваліфікації.
- Працівники можуть бути залучені на проєктні роботи, якщо вони входять до складу проєктної команди. Інші працівники, що не є членами проєктної команди, можуть лише залучатись на роботи в якості консультантів чи співвиконавців.
- В рамках кожного проєкту є перелік робіт певного типу та категорії, які створюють відповідальні виконавці проєкту, для виконання цих робіт можуть залучатись працівники, за умови, що вони є членами проєктної команди.

В рамках моделювання ми виокремлюємо лише ті таблиці, які безпосередньо приймають участь в формуванні кваліфікаційної рамки трудового ресурсу та призначення його на проєкті роботи. В той же час сутності які визначають проєкт, інформаційні параметри працівника, що не впливають на прийняття рішення, щодо призначення персоналу, будуть упущені з моделі (Додаток Д).

Кожна з представлених таблиць визначена ключовими параметрами та властивостями полів у відповідності до їх використання [99] (Додаток Е).

4.7 Генерація бази даних

Після побудови логічної та фізичної моделей даних за допомогою CASE-засобу AllFusion ERWin Data Modeler [5], що наведені у Додатку Е генеруємо базу даних в SQL Lite (Tools / Forward Engineer / Schema Generation) [101], попередньо створивши порожню базу даних. Отримуємо згенеровану базу даних в середовищі SQL Lite, що наведена у Додатку Е.

Висновки до розділу 4

Розроблено алгоритм синхронізації системи управління проєктами та модулю для розподілу персоналу на роботи та оцінки персоналу.

На основі розрахункових моделей створених у розділі 3 побудовано алгоритми: проведення проєктної оцінки персоналу; визначення показників функціональних операцій працівників; визначення стратегії поведінки в залежності від майбутнього вибору інших агентів; обчислення цільових функції призначення працівників на проєктні роботи; визначення ефективності робіт на основі параметрів якості реалізації; призначення працівників на проєктні роботи за висхідною методологією; виконання розподілу проєктних задач між учасниками команди проєкту у відповідності до кваліфікаційних рівнів персоналу.

Кожен алгоритм представлено у вигляді підпрограми, що реалізує виконання розрахунків за певними параметрами. Саме завдяки поєднанню виконання кожної окремої функції у загальний програмний модуль отримуємо цілісну модель проведення проєктного розподілу персоналу на задачі проєкту, що ґрунтується на умовах вибору показників компетенції, зайнятості персоналу, умов виконання проєктів. Формування рамки кваліфікації персоналу за рахунок співвідношення планових та фактичних показників завершених робіт.

Спроєктовано логічну та фізичну модель БД, згенеровано структуру БД в SQL Lite. Визначено ключові поля та зв'язки між таблицями.

Результати експериментальних досліджень даного розділу наведено в таких публікаціях: [42], [43], [63], [137], [143], [148], [162], [189], [188], [190]

РОЗДІЛ 5 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІС

5.1 Проєктування інтерфейсу

При проєктуванні інтерфейсу користувача (UI) акцент робиться на дизайні та зосереджений на передбаченні функціоналу, що може бути потрібен користувачам, та забезпеченню того, щоб інтерфейс мав елементи, до яких легко отримати доступ, вони були логічно представлені та інтуїтивно зрозумілими [23]. Інтерфейс користувача об'єднує концепції дизайну взаємодії, візуального дизайну та інформаційної архітектури [67].

При виборі елементів інтерфейсу в першу чергу ставиться питання простоти, зрозумілих та послідовних розташувань кнопок переходів, додавання записів, відкриття необхідних сторінок [33].

Елементи інтерфейсу включають елементи керування введенням: кнопки, текстові поля, прапорці, перемикачі, випадаючі списки, списки, перемикачі, поле дати; навігаційні компоненти: вибір, повзунок, поле пошуку, фільтрація, піктограми, тощо.

Для всіх форм представлено єдину концепцію для представлення інтерфейсу, що забезпечує зручну навігацію, та враження непомітності та ненав'язливості.

Тому для проєктування інтерфейсу було обрано мову Typescript/JavaScript з використанням фреймворку React [31, 94]. Такий інтерфейс забезпечить можливість використання додатку через веб-браузери та буде повністю відповідати сучасним тенденціям в розробці програмного забезпечення.

TypeScript – це мова з відкритим первинним кодом, що заснована на JavaScript, одному з найбільш часто використовуваних застосунків в програмуванні, з додаванням визначених статичних типів [116].

Типи представляють спосіб опису форм об'єкта, забезпечують покращену документацію та мають механізми, що дозволяють TypeScript перевіряти коректність роботи програмного коду.

Код TypeScript переформатовується в код JavaScript з допомогою компілятора TypeScript, що забезпечує використання звичайного коду JavaScript, що може бути запущений в будь-якому браузері, на Node.JS чи інших додатках.

React – це декларативна та гнучка бібліотека JavaScript для створення користувацьких інтерфейсів [94]. Використання компонентів React забезпечує зменшення частини програмного коду, за рахунок використання компонентів, що є автономним логічним фрагментом коду. Саме велика частина роботи з візуалізації інтерфейсу замінюється за рахунок цих компонентів, що є блоком для компонування сторінки представлень.

5.2 Реалізація функцій програми

Для управління та роботи в системі створено декілька основних форм [189].

«Проект» (Додаток Ж рис. Ж.1). На формі окрім основних параметрів проекту (назва проекту, керівник проекту, замовник, опис, проектна документація), які можна отримати при синхронізації, чи додати самостійно, при створенні нового проекту, додається список працівників, що будуть членами проектної команди. Лише працівники, що були обрані виконавцями на проектні роботи, можуть бути призначені для виконання поставлених задач.

Кожен проект має свої особливі умови виконання, тому має кваліфікацію складності. Дана кваліфікація визначає коефіцієнт, який буде враховано при визначенні кваліфікації працівників на проектні роботи.

До кожного проекту формується список задач, що відображається на формі: «Роботи проекту». (Додаток Ж рис. Ж.2) Дана форма залежна від проекту, тому в заголовку вказано проект, до якого представлено перелік задач.

На даній формі можна відображаються наступні поля: назва роботи, категорія, дата постановки (за замовчуванням вказується поточна дата), час необхідний на виконання завдання, виконавець, статус виконавця, статус роботи, попередня та наступна роботи.

Дані поля «категорія» визначають які категорії (ролі) працівників можуть бути виконавцями даної роботи.

«Запланований час» - час який передбачено на виконання вказаної роботи, що буде являтися розрахунковим для постановки задач.

«Фактичний час» - поле заповнюється на основі отриманих даних від системи управління проєктами в рамках синхронізації.

«Виконавець» - призначений на виконання конкретної роботи працівник. Призначення виконавців на проєктні роботи відбувається у відповідності до описаних формул (розділ 3.) та алгоритмів (розділ 4.).

«Статус виконавця» - визначає яку роль у виконанні роботи представляє виконавець.

Поля попередня та наступна роботи – визначають залежність послідовності виконання робіт, для формування графіку черговості у відповідності до методу критичного шляху (див. розділ. 4).

Для формування розподілу призначень на роботи, необхідно задати список робіт з усіма необхідними параметрами, та натиснути «Виконати розподіл».

Для розподілу між усіма учасниками проєктної команди (що були обрані на проєкт) будуть доступні всі роботи, що мають статус «нова». При необхідності виконати перерозподіл всіх робіт, що ще не взяті в роботу, передбачено перед стартом розподілу, обрати можливість включення уже розподілених, але не взятих в роботу задач (Додаток Ж рис. Ж.3)

При виконанні розподілу, у випадку. Якщо в проєктній команді відсутній працівник з роллю чи кваліфікацією, які може бути призначена певна задача, керівнику проєкту буде надано відповідне повідомлення про неможливість виконання розподілу з вказання причини.

З представлення форми робіт проєкту запускається функція проєктної атестації (Додаток Ж рис. Ж.4). Дана функція доступна для запуску лише у випадку, коли всі роботи проєкту мають статус «закрита».

В рамках проєктної атестації можна виконати розрахунки як для виконавців проєктних робіт, що є відповідальними за роботи, так і працівників, що є співвиконавцями (RASCI) на проєктних роботах.

Розрахунок виконується ґрунтуючись на планових та фактичних показниках проєктних задач.

Для реалізації розрахунків використаємо наступні підпрограми:

- `allEmployeesByProjectId` – визначення кількості задіяних на проєкті працівників, що можуть бути виконавцями задач.
- `allEmployeesWorksWithinProject` – визначення всіх робіт обраного проєкту, на яких задіяні працівники.
- `allEmployeesWorksAnyProject` – визначення всіх робіт проєктів, на які задіяні працівники
- `sortedProjectWorksByPriority` – визначення послідовності виконання робіт проєкту.
- `mappedEmployeesToEachWork` – формування множини робіт з підмножинами виконавців, що можуть бути призначені на дані роботи.
- `mappedEmployeesToEachRole` – формування множини ролей, що можуть виконувати певну категорію робіт з підмножинами виконавців, у відповідності до даної ролі, що можуть бути призначені на дані роботи.

Для визначення масиву для призначення працівників на роботи формуємо звернення до підпрограм. Опис звернень наведено в додатку Л.

5.3 Комплексне налагодження програмного засобу

При комплексному налагодженні розробленої системи автоматизованого розподілу працівників на проєктні роботи виконувались наступні групи тестів.

Тестування архітектури ПЗ [189, 190]. До даного тестування входила перевірка полів та форм, коректність відображення, налагодження форм. Також

вимоги до обміну даними з системою управління проєктами, що буде основним джерелом даних для формування розрахунків в розроблюваній підсистемі.

Тестування зовнішніх функцій. Що включало перевірку сумісності полів між системами, відмовостійкість, відображення в різних браузерях.

Тестування якості ПЗ. В межах даної перевірки було перевірено функціонал системи на виконання функцій. Відмова в розподілі при відсутності необхідних працівників проєктної команди. Типи включень задач в проєктний розподіл. Вплив зміни категорії проєкту на розподіл. Зміна планових та фактичних показників виконання проєктних робіт на проведення проєктної атестації працівників. Варіанти залучення працівників, що не є членами проєктної команди на роботи. Всі тести пройдено успішно.

5.4 Результати впровадження

Для розподілу трудових ресурсів на проєктні роботи програмний продукт з автоматизованого розподілу персоналу на проєктні роботи було реалізовано наступні впровадження:

5.6.1. ТОВ «Тест»

Компанія займається веденням проєктів у сфері електроніки та електротехніки, з розробки IoT. Ведення проєктних робіт організовано в системі управління проєктами Atlassian JIRA (Додаток А рис.А.1). Вибір системи був виконаний на основі аналізу факторів та критеріїв, що ставились до реалізації проєктів в компанії.

З допомогою реалізованого механізму обміну даними налагоджено обмін даними між системою управління проєктами та модулем автоматизованого розподілу робітників на проєктні роботи (Додаток К).

Комплексне тестування проводилось в рамках виконання проєктних робіт з впровадження CRM системи та проєктів з розробки та впровадження розумних технологій [43] де була сформована команда проєкту, що виконувала проєктні роботи (Додаток К, таблиця К.1).

Завдяки впровадження модулю збільшилась кількість задач, на які залучені працівники з меншим рівнем кваліфікації, за рахунок першочергового призначення на роботи. Саме завдяки автоматизованому розподілу зменшилась кількість простоїв та очікувань фахівців на виконання складних задач, за рахунок вивільнення їх від виконання менш кваліфікованих функцій (за результатами аналізу 5 проєктів до впровадження та 4 проєктів після впровадження модулю розподілу - близько 7%). На основі цих же проєктів проаналізовано рівень розвитку рівня кваліфікації персоналу, якщо в середньому за проєкт на основі аналізу проведеної проєктної атестації рівень кваліфікації зростав на 5%, то після впровадження проєкту - зріс на 7%, що свідчить про постановку задач учасникам проєктної групи на рівні їх компетентності та знань, що підвищує продуктивність та результативність за результатами завершення проєкту.

У додатку А представлено відповідний акт впровадження.

5.6.2. ТОВ «Інформаційні технології України»

Компанія займається розробкою та впровадженням CRM систем: Бітрікс24, та amoCRM. Ведення проєктних робіт організовано в системі управління проєктами Бітрікс24, як такої, що вже впроваджена в компанії та являється об'єктом впроваджень. Для реалізації було налагоджено синхронізацію розроблюваного модулю з системою Бітрікс24.

За результатами впровадження системи автоматизованого розподілу персоналу на проєктні роботи порівнюємо показники планового та фактичного часу на виконання проєктних робіт.

У додатку А представлено відповідний акт впровадження.

В таблиці 5.1. представлено список проєктів з плановими та фактичними показниками часу. Верхня частина вказує на показники часу виконання проєктних робіт до впровадження системи призначення працівників на проєктні роботи, нижня – після впровадження.

При аналізі витрат часу видно, що на проєктні роботи, які були виконані з автоматизованим розподілом відхилення фактичних та планових показників суттєво знизилась (рис 5.1. - 5.6.). Що також свідчить про зменшення коливань у

співвідношенні план-факт та рівномірному навантаженню на всіх учасників проєктної команди.

Таблиця 5.1 – Витрати часу на проєктні роботи

Проект	час, годин		%	Всього поставлених задач	Кількість виконавців	Середній час на одного виконавця	Середній час 1єї роботи	Середня кількість робіт на виконавця
	Плановий	Фактичний						
АТ "Аргорехсервіс", клієнтський відділ	60	79,2	132,00	74	6	13,2	1,1	12,3
ТОВ "КриптоКапітал"	15	22	146,67	8	3	7,3	2,8	2,7
МТІ Логістичний відділ	120	146	121,67	38	11	13,3	3,8	3,5
СК "Компанієць і партнери"	50	76	152,00	17	4	19,0	4,5	4,3
ТОВ "Папа-Принт"	40	43	107,50	19	4	10,8	2,3	4,8
ТОВ "Агролавка"	100	120,4	120,40	86	8	15,1	1,4	10,8
ЮК "Соколовський і партнери"	120	141	117,50	75	8	17,6	1,9	9,4
МТІ Відділ по роботі з клієнтами	140	151	107,86	84	10	15,1	1,8	8,4
ТОВ "Віяр" маркетинг	150	148	98,67	91	9	16,4	1,6	10,1
ТОВ "Віяр" відділ роботи з віп клієнтами	150	161	107,33	77	9	17,9	2,1	8,6
ТОВ "Віяр" відділ доставки	100	104	104,00	57	8	13,0	1,8	7,1

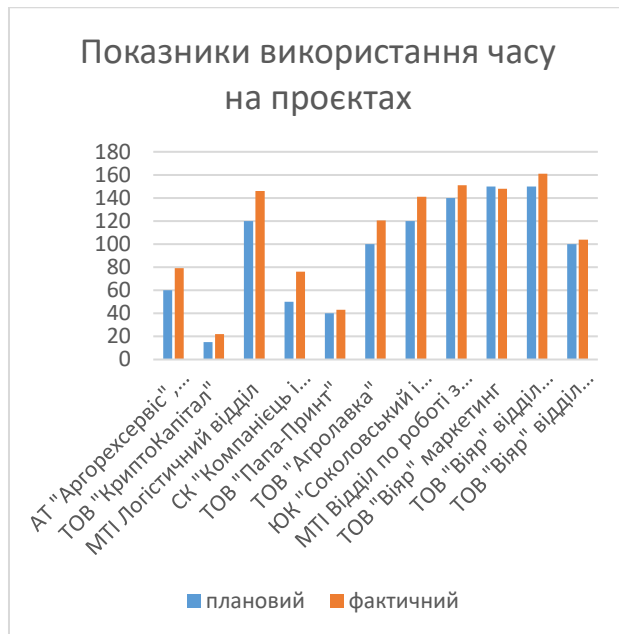


Рисунок 5.1 – Час на виконання проєкту

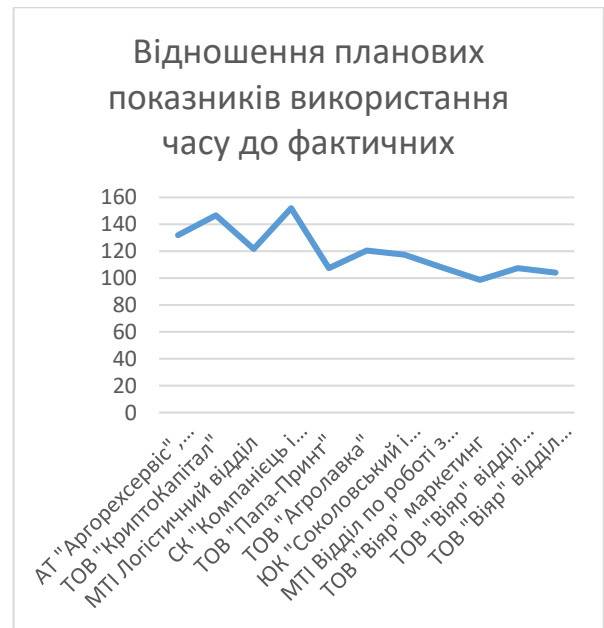


Рисунок 5.2 – Динаміка часових відхилень на проєктах



Рисунок 5.3 – Залучення членів проєктної команди на роботи

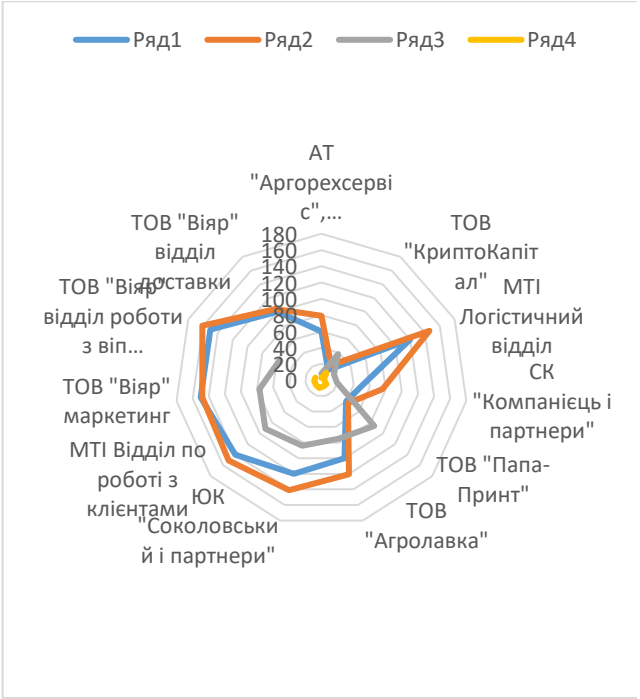


Рисунок 5.4 – Відхилення планових та фактичних показників часу проєктної команди на проєктах

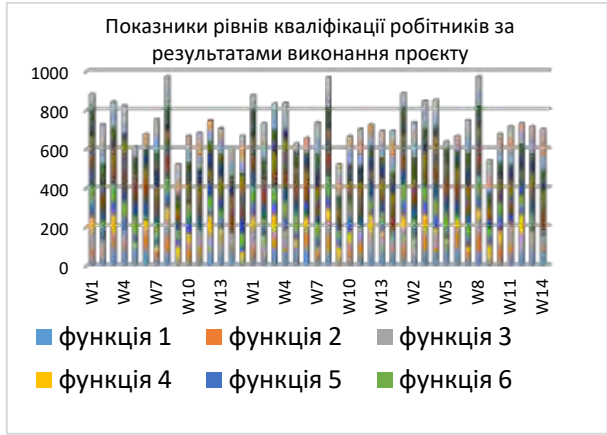


Рисунок 5.5 – Представлення зростання рівня кваліфікації виконавців

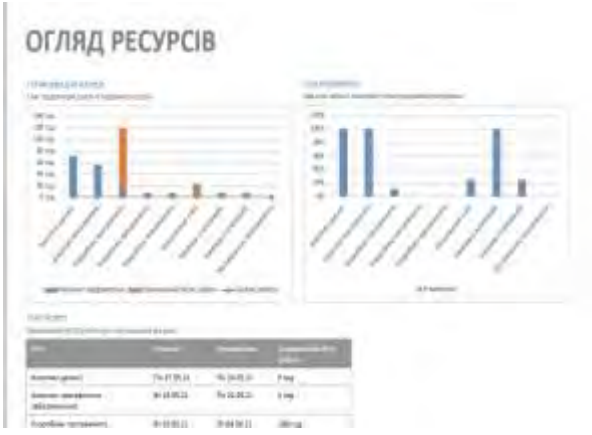


Рисунок 5.6 – Відображення даних по залученню ресурсів

Додаткове представлення реалізації проєкту наведено в додатку К.

Висновки до розділу 5

Представлено проєктування інтерфейсу модулю проведення проєктної оцінки персоналу та призначення членів проєктної команди на виконання робіт проєкту.

Наведено основні функції роботи системи, скрипти звернення до підпрограм обчислень та розрахунків, описано алгоритми взаємодії користувача та модулю.

Виконано тестування, валідацію та верифікацію програмної розробки.

Наведено приклади реалізації та впроваджень з результатами впроваджень, про що є засвідчені акти впроваджень: ТОВ «ТЕСТ», ТОВ «Примавера Капітал», ТОВ «Інформаційні технології України», Всеукраїнська громадська організація «Українська асоціація фахівців інформаційних технологій».

За результатами аналізу впровадження інформаційної системи в ТОВ «ТЕСТ» отримали наступні результати: кількість простоїв та очікувань фахівців на виконання складних задач зменшилась на 4%, за рахунок вивільнення їх від виконання менш кваліфікованих функцій; рівень розвитку рівня кваліфікації персоналу зріс на 7% (до впровадження - 5%); різниця планових та фактичних показників після впровадження зменшилась на 24% (128% до впровадження, 104 % після впровадження).

Результати експериментальних досліджень даного розділу наведено в таких публікаціях: [40], [43], [44], [135], [136], [137], [138], [139], [147], [150], [189], [190], [191].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі виконано актуальне й важливе науково-технічне завдання з розробки моделей та методів мультиагентного розподілу трудових ресурсів на роботи в ІТ-проектах.

В результаті виконання поставленого в роботі завдання одержані наступні теоретичні та практичні результати:

1. Проведено аналіз існуючих підходів, умов та особливостей створення та розвитку систем управління ІТ-проектами. Описані фази реалізації ІТ-проектів та особливості виконання проєктних задач на цих фазах. Формалізовано задачі проєкту з розробки та впровадження ІТ-систем, що залежать від типу впроваджень, складності проєкту та умов його реалізації. Виділено стандарти в галузі розробки та впровадження ІТ-систем на основі яких розроблені критерії компетентності персоналу, що можуть призначатись на проєктні роботи, у відповідності до ролі в проєктній команді. Розроблено модель управління проєктом, що поєднує сукупність організаційних структур проєкту, сформованих зі структури компанії, робочих структур проєктів, поєднаних у матрицю розподілу завдань та відповідальності на основі яких реалізується проєктне управління.

2. Описано модель розподілу працівників на проєктні роботи на основі мультиагентного підходу за висхідним принципом, який базується на концепції визначення мінімальних кваліфікаційних вимог персоналу з врахуванням параметрів кожної ролі та функціональних вимог до поставленої задачі. Виконано опис функціональних меж завдань виконання та рівні кваліфікацій у відповідності до визначеної ролі персоналу в проєкті з розробки програмного забезпечення. Представлено модель формування проєктних задач, умов реалізації та відслідковування ходу виконання проєкту з врахуванням структури планування трудових ресурсів. Доведено необхідність ведення графіку виконання проєкту, для створення черговості задач та побудови концепції реалізації задач з врахуванням участі виконавців на декількох ІТ-проектах одночасно, що є важливим для ІТ-інтеграторів.

3. Сформовано перелік вимог до систем управління проєктами для якісного управління процесом розробки та впровадження ІТ-систем. Удосконалено використання методу аналізу ієрархій для вибору системи управління проєктами, що на відміну від існуючих враховує пріоритети критеріїв систем, проведено підбір системи для впровадження в ІТ-компанії.

4. Розроблено модель проведення проєктної атестації виконавців за результатами виконання проєктних робіт у завершених проєктах (фазах проєкту). Описано формування матриці кваліфікації учасників проєктної команди, що базується на даних атестації персоналу. На основі розробленої матриці сформовані алгоритми підбору персоналу на проєктні роботи, на основі показників компетенції персоналу.

5. Застосовано модель RASCI для відслідковування залучення на проєктні роботи працівників, з метою аналізу співвиконавців та консультантів в проєктній атестації. Використано вір-ліміти для обмеження кількості поставлених задач на кожного учасника проєктної команди.

6. Розроблено алгоритм формування проєктної команди, з врахуванням вимог до ІТ-проєкту та матриці компетенції виконавців, з врахуванням умов обмеженості трудових ресурсів.

7. Розроблено алгоритм двосторонньої синхронізації систем управління проєктами з підсистемою розподілу персоналу на проєктні роботи, що забезпечує обмін даними, що є визначальними для управління проєктними задачами та призначенні виконавців. Розроблено інформаційну технологію проведення автоматизованого розподілу виконавців – учасників проєктної команди на проєктні задачі, проведення проєктної атестації персоналу за результатами аналізу показників виконання задач у закритих проєктах. Проведено виробничі випробовування розробленої системи з доведенням фактів ефективності розробки, про що є відповідні акти впроваджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИИХ ДЖЕРЕЛ

1. 54 Best Project Management Tools & Software for 2021: ProofHub. URL: <https://www.proofhub.com/articles/top-project-management-tools-list>
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®Guide). 6th Edition. Newtown Square, Pa.: Project Management Institute, Inc., 2017. 756 p.
3. Adaptive Software Development: A Collaborative Approach to Managing Complex Systems, Highsmith, J.A., 2000 New York: Dorset House, 392pp, ISBN 0-932633-40-4
4. Agile Project Management: Creating Innovative Products, Addison-Wesley, Jim Highsmith, March 2004, 277pp, ISBN 0-321-21977-5
5. AllFusion ERWin Data Modeler. URL: <https://erwin.com/products/erwin-data-modeler/>
6. Artamonov I. “Modern standards of description and execution of business processes”. URL: <http://ecm-journal.ru>
7. Atlassian JIRA. URL: <https://www.atlassian.com/ru/software/jira>
8. Baeyens T. “Approaches To Transform Analysis Diagrams Into Executable Processes”. URL: <http://processdevelopments.blogspot.com>
9. Bai Q. Multi-agent and Complex Systems (Studies in Computational Intelligence) / Quan Bai, Fenghui Ren, Katsuhide Fujita, Minje Zhang. - Luxembourg:Springer, 2016. - 210 c.
10. Basecamp. URL: <https://basecamp.com/>
11. Bhagat Nainani. Полный цикл управления бизнес-процессами с применением инструментов, поддерживающих стандарты. Перевод “Oracle Magazine/Русское издание”, 12 октября 2005 г. Оригинал: Closed Loop BPM using Standards based Tools, An Oracle White Paper, ноябрь 2004
12. Biloshchytska, S., Bondar, A., Bushuyev, S. & Malaksiano, N. (2020). Structure of the project-oriented organization energy entropy. Scientific

- Journal of Astana IT University, 3, 28-34. URL: <https://doi.org/10.37943/AITU.2020.33.24.003>
13. Biloshchytskyi A, Kuchansky A., Andrashko Y., Biloshchytska S. and Danchenko O., "Development of Infocommunication System for Scientific Activity Administration of Educational Environment's Subjects," 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2018, pp. 369-372, URL: doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632036.
 14. Biloshchytskyi A., Andrashko Yu., Biloshchytska S., Shabala Ye., Myronov O. (2018) Development of adaptive combined models for predicting time series based on similarity identification. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – № 1/4 (91). URL: DOI:10.15587/1729-4061.2018.12162
 15. Biloshchytskyi A., Biloshchytska S., Kuchansky A., Bielova O. and Andrashko Y., "Infocommunication system of scientific activity management on the basis of project-vector methodology," 2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 2018, pp. 200-203, URL: doi: 10.1109/TCSET.2018.8336186.
 16. Biloshchytskyi A., Kuchansky A., Paliy S., Biloshchytska S., Bronin S., Andrashko Y., Shabala Y., and Vatskel V., "Development of technical component of the methodology for projectvector management of educational environments," Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(2(92)), pp. 4-13, 2018. URL: doi: 10.15587/1729-4061.2018.126301
 17. Bocharnikov V., Sveshnikov S. Fuzzy-technology: Fundamentals of modeling and solving expert-analytical problems / Bocharnikov VP, Sveshnikov SV - К.: Ника-Эльга, 2003. - 293 с.

18. Boranbayev A.S., Boranbayev S.N., Nurusheva A.M., Seitkulov Y.N., Sissenov N.M. A method to determine the level of the information system fault-tolerance. Eurasian journal of mathematical and computer applications. ISSN 2306–6172. Volume 7, Issue 3 (2019) 13 – 32
19. Boranbayev A.S., Boranbayev S.N., Nurusheva A.M., Yersakhanov K.B., Seitkulov Y.N. Developmetn of web application for detection and mitigation of risks of information and automated systems. Eurasian journal of mathematical and computer applications. ISSN 2306–6172. Volume 7, Issue 1 (2019) 4 – 22
20. Boyko R. Concept, Definition and Use of an Agent in the Multi-agent Information Management Systems at the Objects of Various Nature / Regina Boyko, Dmitriy Shumyhai, Mirosława Gladka / Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Proceedings of the International Conference SCIT 2016, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. pp 59-63 URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0> Series ISSN: 2194-5357
21. Boyko R., Information technologies of integration of management methods by organizational and technical (technological) systems / Boyko R., Vlasenko L., Gladka M. // Наукові праці НУХТ 2018. Том 24, № 2, с 16-25. ISSN: 2223-0858
22. Boyko R., System task of creating intelligent management of complex technological procedures / Boyko R., Gladka M., Roman T./ Computer science, information technology, automation, 2016, №.5, pp.33-37. ISSN 2414-9055
23. Breaking Down / The Work Breakdown Structure" Archived2016-12-21 at the Wayback Machine, dau. Mil. URL: <https://wordpress.org/plugins/broken-link-checker/>
24. Bushuyev S. D., Bushuyev D. A., Rogozina V. B., Mikhieieva O. V. Convergence of knowledge in project management: conference, 2015 IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced

- Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), 2015. – P. 496–500. URL: doi: 10.1109/idaacs.2015.7341355
25. Bushuyev S.D. Project Management. Fundamentals of professional knowledge and a system for evaluating the competence of project managers (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.1) / S.D. Bushuyev, N.S. Bushuyeva - Edition 2nd - K.: "IRIDIUM", 2010 - 208 p
 26. Business Process Management Initiative”. URL: <http://www.bpmn.org/>
 27. Cem Kaner’s Blog «Blog Archive» SWEBOK Problems, Part 2. Satisfice.com. 2003-06-27. URL: <https://martinfowler.com/bliki/Swebok.html>
 28. Chemerys A. Development and management of projects in the public sphere: the European dimension for Ukraine. Practical manual Swiss-Ukrainian project "Support to Decentralization in Ukraine - DESPRO". - Kyiv: Sofia-A LLC. - 2012. - 80 p. ISBN 978-617-7031-04-7
 29. Choulier D. Developing multiagent systems for design activity analysis/ D. Coulier, A Fougèresa, E. Ostrosi // Sciencedirect, 2015. Vol. 59. P. 201-213. URL: doi:10.1016/j.cad.2014.10.007
 30. Cornelius Herstatt. Prof. Dr., Dipl.-Ing. Birgit Verworn, Prof. Dr. Akio Nagahira. Reducing project related uncertainty in the “fuzzy front end” of innovation. A comparison of German and Japanese product innovation projects Januar 2003, Arbeitspapier Nr. 18
 31. Creating, Running and Packaging Your First Java Application. URL: <https://www.jetbrains.com/>
 32. DBReplicaiton. URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/en/replication.html>
 33. Designing Web Interfaces: Principles and Patterns for Rich Interactions by Bill Scott and Theresa Neil, Copyright 2009/ Printed in the United States of America. ISBN: 978-0-596-51625-3

34. Don Reisinger, "10 Cloud-Based Project Management Tools to Serve Every Company's Needs". URL: <https://www.eweek.com/cloud/10-cloud-based-project-management-tools-to-serve-every-company-s-needs/>
35. Easy Projects.NET. URL: <https://www.easyprojects.net/>
36. Fleischmann, Albert; Schmidt, Werner; Stary, Christian (2015). S-BPM in the Wild: Practical Value Creation. Cham: Springer. ISBN 978-3-319-17541-6.
37. Ganttter URL: <https://www.ganttter.com/>
38. GitHub URL: <https://github.com/>
39. Gladka M. Matrix use of responsibility for project management / 8 th Central European Congress on Food 2016 — Food Science for Well-being (CEFood 2016): Book of Abstracts. — 23-26 May 2016. — K.: NUFT, 2016. —p. 276
40. Gladka M., Hladkyi Y. Reducing the Risks of Completing Tasks in IT Projects. Through Personalized Distribution Among Participants. 86 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 2–3, 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv. P.384
41. Gladka M., Hladkyi Y. Use Taboo Search to assign artists to project work. Proceedings of the VI International Scientific and Technical Internet-Conference "Modern methods, information, software and technical support of management systems of organizational, technical and technological complexes", November 20, 2019. - K: NUFT, 2019 - 234 p.
42. Gladka M., Hladkyi Y., Reducing the Risks of Completing Tasks in IT Projects Through Personalized Distribution Among Participants. 86 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 2–3, 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv. p.384
43. Gladka M., Lisnevskyi R., Kostikov M. Using the Internet of Things when Introducing CRM Systems in the Banking Sector. Information Technology

- and Interactions (Satellite): Conference Proceedings, December 04, 2020, Kyiv, Ukraine / Taras Shevchenko National University of Kyiv and [etc]; Vitaliy Snytyuk (Editor). Kyiv: Stylos, 2020. – 335-338 p. ISBN 978-966-2399-61-5
44. Gladka Myroslava, Olga Kravchenko, Yaroslav Hladkyi, Sholpan Borashova. Qualification and appointment of staff for project work in implementing IT systems under conditions of uncertainty. 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies. Astana IT University. NUR-SULTAN, KAZAKHSTAN. APRIL 28-30, 2021. URL: DOI: 10.1109/SIST50301.2021.9465897
 45. Gogunskii V., Kolesnikov O., Kolesnikova K., Lukianov D. «Lifelong learning» is a new paradigm of personnel training in enterprises. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. - № 4/2 (82). – P. 4–10. URL: doi: 10.15587/1729- 4061.2016.74905
 46. Gogunsky V. D. Human resources management for realization of production programs [Text] / Gogunsky V. D., Vaysman V. A. // Herald of NTU "KhPI". - Subject. "System analysis, management and information technologies". - Kharkiv: NTU "KhPI". - 2005. - No. 54. - P. 124 - 129.
 47. Gorodetskii V.I. Self-organization and multiagent systems: I. Models of multiagent self-organization (2012). Journal of Computer and Systems Sciences International. Vol. 51. No. 2, pp. 256-281
 48. Green Human Resource Management Practices: A Review / A. Anton Arulrajah, H.H.D.N.P. Opatha, N.N.J.Nawaratne. Sri Lankan Journal of Human Resource Management. Vol.5, No.1, 2015. P.1 – 17
 49. Ha, S., Suh, H.-W. A timed colored Petri nets modeling for dynamic workflow in product development process (2008) Computers in Industry, 59 (2-3), pp. 193-209. URL: DOI: 10.1016/j.compind.2007.06.016
 50. Herstatt C., Reducing project related uncertainty in the “fuzzy front end” of innovation – A comparison of German and Japanese product innovation

- projects. Prof. Dr. Cornelius Herstatt, Dipl.-Ing. Birgit Verworn, Prof. Dr. Akio Nagahira, Januar 2003, Arbeitspapier Nr. 18
51. Huemann M. Excellent research to move project management forward. *International Journal of Project Management*. – 2013. – Vol. 31, Issue 1. – P. 161–163. URL: doi: 10.1016/j.ijproman.2012.10.002
 52. International Project Management Association. Individual Competence Baseline Version 4.0. International Project Management Association, 432 p. (2015)
 53. ISO 21500: 2012. Guidance on project management. – ISO PC 236. – 2012. – № 113– 51 p
 54. Janssen, Cory. Project Management Software. Techopedia. 2013. URL: <http://www.techopedia.com>
 55. Kaliaev A. Multiagent Approach for Building Distributed Adaptive Computing System / A. Kaliaev // *Procedia Computer Science*, 2013. Vol. 18. P. 2193-2202. URL: doi:10.1016/j.procs.2013.05.390
 56. Katrenko A.V.. IT project management. - L: New World-2000, 2011. - P. 550. - ISBN 978-966-418-148-5..
 57. Keith Swenson “Directly Executing BPMN”. URL: <http://kswenson.wordpress.com/>
 58. Killen C., Jugdev K., Drouin N., Petit Yv. Advancing project and portfolio management research: Applying strategic management theories. *International Journal of Project Management*, Elsevier. – 2012. – Vol. 30, Issue 5. – P. 525–538. URL: doi: 10.1016/j.ijproman.2011.12.004
 59. Kolesnikov O., Gogunskii V., Kolesnikov, K., Lukianov D., Olekh, T. Development of the model of interaction among the project, team of project and project environment in project system, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2016; 5((8)83) pp. 20-26 URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.80769>
 60. Kolesnikov O., Kolesnikova K., Lukianov D., Sherstyuk O. Project manager job description as one of project management key success factors (2019)

- Herald of Advanced Information Technology. Vol. 2 № 3, 215–228 URL: DOI: 10.15276/HAIT.03.2019.5
61. Korobiichuk I., Syerov Y., Fedushko S. (2020) The Method of Semantic Structuring of Virtual Community Content. In: Szewczyk R., Krejsa J., Nowicki M., Ostaszewska-Lizewska A. (eds) Mechatronics 2019: Recent Advances Towards Industry 4.0. MECHATRONICS 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1044. Springer, Cham, pp 11-18 URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-29993-4_2
 62. Korobiichuk I., Tokar A., Danik Y., Katuha V. (2020) Evaluation Methods for the Ergatic System Reliability Operator. In: Szewczyk R., Zieliński C., Kaliczyńska M. (eds) Automation 2019. AUTOMATION 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 920. Springer, Cham, pp 560-570. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-13273-6_52
 63. Kravchenko O., Gladka M., Plakasova Zh., Karapetyan A., Besedina S.. Application of information technologies for semantic text processing. Scientific Journal of Astana IT University, V2, Nur-Sultan 2020, p 18-31. ISSN: 2707-904X. URL: DOI: 10.37943/AITU.2020.75.91.002
 64. Kravchenko O., Stepanov M., Besedina S., Mezentsev O., Telichko N. Methods and models of determining compatibility management team IT. Financial and credit activity: problems of theory and practice. – Vol 4, No 35 (2020), P. 266-276. URL: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v4i35.222085>
 65. Kuchansky A., Biloshchytskyi A., Andrashko Y., Biloshchytska S., Honcharenko T. and Nikolenko V., "Fractal Time Series Analysis in Non-Stationary Environment," 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 2019, pp. 236-240, URL: doi: 10.1109/PICST47496.2019.9061554.
 66. Leonova Yu.V., Fedotov A.M. Analys of requirements for the creation of an information system for managing information resources to support

- scientific activities. Eurasian journal of mathematical and computer applications. ISSN 2306–6172. Volume 7, Issue 3 (2019) 70 – 93
67. Lev Virine & Michael Trumper (2007). Project Decisions: The Art and Science. Management Concepts. ISBN 978-1-56726-217-9
 68. Li F., Xu Z., Li H. A multi-agent based cooperative approach to decentralized multi-project scheduling and resource allocation. Computers & Industrial Engineering. 2020. № 11. P. 1 – 19.
 69. Lj, M. Project success analysis framework: A knowledge-based approach in project management / M. Lj, Todorović, D. Č. Petrović, M. M. Mihić, V. Lj. Obradović, S. D. Bushuyev // International Journal of Project Management. – 2015. – Vol. 33, Issue 4. – P. 772–783. URL: doi: 10.1016/j.ijproman.2014.10.009
 70. Luis Ballesteros-Sánchez, Isabel Ortiz-Marcos, Rocío Rodríguez-Rivero. The project managers' challenges in a projectification environment.(2019) International Journal of Managing Projects in Business, Volume 12 (3): 23 – Sep 2, 2019 URL: doi:10.1108/IJMPB-09-2018-0195
 71. Lukianov D., Kolesnikov O., Dmitrenko K., Gogunskii V. Analysis of the structural models of competencies in project management. (2017) Technology audit and production reserves, 4-11. DOI: 10.15587/2312-8372.2017.100393
 72. Margi Murphy, "Six free, mobile-friendly project management tools for your business", techworld.com, August 13, 2015
 73. Margi Murphy, "The Top Ten Project Management Trends for 2016", URL: esi-intl.co.uk,
 74. Mashukova N. Basic instructions that achieve the quality of the workforce URL: www.myshared.ru/slide/179699/
 75. Microsoft Project URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/project/project-management-software>
 76. Microsoft SQL Server URL: <https://www.microsoft.com/sql-server>

77. Mihaylov M. Decentralized Coordination in Multi-Agent Systems// Ph.D. thesis, Vrije Universiteit Brussel, Belgium. – 2013. – 208 p.
78. Morozov, V., Kalnichenko, O.: Construction of an integrated model of management processes of IT projects on the basis of a proactive approach. In Monograph “Modern management: Economy and Administration”. Opole (Poland): The Academy of Management and Administration in Opole, pp. 82-89 (2018)
79. MSIS 2016. Global Competency Model for Graduate Degree Programs in Information Systems. The Joint ACM/AIS MSIS 2016 Task Force. December 5, 2016. URL: <https://app.box.com/s/42c3kzn2dlxyym5udawlh9a6n8dx46x>
80. My Problems with Project Management Software | Marketing Technology. Marketing Technology. Retrieved 2016-01-08.
81. Neubauer, Matthias; Sary, Christian (2017). S-BPM in the Production Industry: A Stakeholder Approach. Cham: Springer. ISBN 978-3-319-48465-5.
82. Nevogt, Dave (17 September 2013). "31 Project Management Solutions". Hubstaff. Retrieved 3 November 2013.
83. Noah Webster. An American dictionary of the English language. Rulon-Miller Books Архівовано 23 липень 2011 у Wayback Machine
84. On support of the national framework of professional information. Resolution of the Cabinet of Ministers of November 23, 2011 №1341. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>
85. OpenProject. URL: <https://www.openproject.org/>
86. Orlova O.: Features personnel management in information technology field.//Науковий вісник Ужгородського національного університету. Випуск 11 • 2017, с. 117 -120
87. PayDox. URL: <http://www.paydox.ru/>
88. Pivotal Tracker. URL: <https://www.pivotaltracker.com/>

89. Porter A., and I. Rafols, “Is science becoming more interdisciplinary? Measuring and mapping six research fields over time,” *Scientometrics*, 81(3), pp. 719-745, 2009.
90. Project Kaiser. URL: <https://www.projectkaiser.com/>
91. ProjectLibre. URL: <https://www.projectlibre.com/>
92. ProjeQtOr. URL: <https://projeqtor.org/>
93. RASCI: $R \neq A$ URL: <https://paper-planes.ru/materials/rasci/>
94. React. URL: <https://ru.react.js.org/>
95. Redmine URL: <https://www.redmine.org/>
96. Reducing project related uncertainty in the “fuzzy front end” of innovation – A comparison of German and Japanese product innovation projects. Prof. Dr. Cornelius Herstatt, Dipl.-Ing. Birgit Verworn, Prof. Dr. Akio Nagahira, Januar 2003, Arbeitspapier Nr. 18
97. Responsibility assignment matrix URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Responsibility_assignment_matrix
98. Romanov M. “Some of the best known standards for describing business processes” URL: <http://www.ecm-journal.ru/blog>
99. Sacks P.E. Transmission inverse problem with partial information about the source. *Eurasian journal of mathematical and computer applications*. ISSN 2306–6172. Volume 7, Issue 3 (2019) 94 – 108. URL: DOI: 10.32523/2306-6172-2019-7-3-94-108
100. Samuilov K. Business processes and information technologies in management of telecommunication companies / K.E. Samuilov, A.V. Chukarin, NV Yarkin. - M.: Alpina Publishers, 2009. - 442 pages.
101. Sandita A.V. Developing A Multi-Agent System in JADE for Information Management in Educational Competence Domains. / A.V. Sandita, C.I. Popirlan // *Procedia Economics and Finance*, 2015. Vol. 23. P. 478-486. URL: doi:10.1016/S2212-5671(15)00404-9
102. Schefer-Wenzl, S., Strembeck, M. Modeling support for role-based delegation in process-aware information systems (2014) *Business and*

- Information Systems Engineering, 6 (4), pp. 215-237. URL: DOI: 10.1007/s12599-014-0343-3
103. Sherstiuk O., Kolesnikov O., and Lukianov D., "Team Behaviour Model as a Tool for Determining the Project Development Trajectory," 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, ATIT 2019, pp. 496-500, 2019. URL: doi: 10.1109/ATIT49449.2019.9030497
 104. Shneiderman, Ben (1996). "The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations". University of Maryland, Human Computer Interaction Laboratory.
 105. Song X. M., Montoya-Weiss M.: The effect of perceived technological uncertainty on Japanese new product development; Academy of Management Journal Vol. 44 (2001) No. 1: pp. 61–80 100
 106. SQL Lite. URL: <https://www.sqlitetutorial.net/>
 107. Stephen Keith McGrath, Stephen Jonathan Whitty. Accountability and responsibility defined (2018) International Journal of Managing Projects in Business, Vol. 11 Issue 3, pp.687-707, URL: <https://doi.org/10.1108/IJMPB-06-2017-0058>
 108. SWEBOK - Overview. URL: Computer.org.
 109. Tasevska, F. Project planning practices based on enterprise resource planning systems in small and medium enterprises – A case study from the Republic of Macedonia / F. Tasevska, T. Damij, N. Damij // International Journal of Project Management. – 2014. – Vol. 32, Issue 3. – P. 529–539. URL: doi: 10.1016/j.ijproman.2013.08.001
 110. TeamBridge URL: <https://pt.linkedin.com/company/teambridge>
 111. Teslia, Yu., Khlevnyi, A., Khlevna Yu.: Control of informational Impacts on project management. In Proceedings of the 1th IEEE International Conference on Data Stream Mining & Processing, 23-27 August, Lviv, Ukraine (2016).
 112. The BPMN-XPDL-BPEL value chain
URL: <http://kswenson.wordpress.com/2006/05/26/bpmn-xpdl-and-bpel/>

113. The standard for portfolio management 4th ed. Newtown Square, PA : 329 Project Management Institute, 2017. 127 p.
114. Trac. URL: <https://trac.edgewall.org/>
115. Trello. URL: <https://trello.com/ru/pricing>
116. Typescript. URL: <https://www.typescriptlang.org/>
117. Weiss G. Multiagent Systems (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series) second edition Edition / Gerhard Weiss. - Cambridge: The MIT Press, 2013 - 920 с. - 2nd Edition
118. Worksection. URL: <https://worksection.com/ua/>
119. Wrike. URL: <https://www.wrike.com>
120. Аншина М. Л. Разработка нового профессионального стандарта “Менеджер по информационным технологиям” / М. Л. Аншина. Н. С. Вольпян, А. И. Олейник, Б. Б. Славин // Качество. Инновации. Образование. – М.: Известия, 2014. – № 2 (105), 2014. С. 55 – 62. 6
121. Близнюкова І. О. Концепція створення мінімально життєздатного продукту та дизайн-мислення в управлінні командою ІТ-проекту / І. О. Близнюкова, П. О. Тесленко, О. Б. Данченко, В. М. Меленчук // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. - 2021. - № 2. - С. 11-17
122. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / Бочарников В.П. - Санкт-Петербург: "Наука" РАН, 2001. - 328 с.
123. Бочарников В.П., Свешников С.В. Fuzzy-технология: Основы моделирования и решения экспертно-аналитических задач / Бочарников В.П., Свешников С.В. - К.: Ника-Эльга, 2003. - 293 с
124. Бурков В.Н., Волков А.А., Нехай Р.Г. Задача распределения ресурсов в мультипроекте. Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: управление строительством. № 1 (6), 2014. С. 10-20.

125. Бушуев С.Д. Управление проектами: Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0) / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева. – К.: ІРІДІУМ, 2006. – 208 с.
126. Бушуєв С. Д. Інформаційно-комунікаційні технології формування проектних компетентностей публічних службовців / С. Д. Бушуєв, Д. А. Бушуєв, В. М. Молоканова, Б. Ю. Козир // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2020. - Т. 80, № 6. - С. 309-325
127. Бушуєв С. Д. Лідерство в застосуванні гнучких методологій створення інформаційних технологій / С. Д. Бушуєв, Д. А. Бушуєв, В. Б. Бушуєва, Б. Ю. Козир // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2019. - Т. 70, № 2. - С. 1-15
128. Бушуєв С. Д. Методи кластеризації мережі учасників реалізації проекту / С. Д. Бушуєв, Р. В. Трач // Управління розвитком складних систем. - 2020. - Вип. 43. - С. 19-25
129. В Україні зростає потреба в ІТ-фахівцях. URL: <http://www.unian.ua/politics/828118-v-ukrajini-zrostaє-potreba-v-it-fahivtsyah.html>.
130. Васильченко, А. О. Управління людськими ресурсами у науковій діяльності інноваційної організації / А. О. Васильченко, М. В. Гладка // Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 27 лист. 2014 р.– К. : НУХТ, 2014. – С. 169-170.
131. Гладка М.В. Використання мультиагентних систем для розподілу ресурсів на роботи. LXXI Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – К: НТУ, 2015. с. 401-402

132. Гладка М.В. Критерії вибору системи автоматизації. 81 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 23–24 квітня 2015 р. — К.: НУХТ, 2015 р. — Ч. 2., с. 337
133. Гладка М.В. Структуризація компанії в процесі автоматизації / Матеріали IV Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 22 листопада 2017 р. – К: НУХТ, 2017 р., с.249-250
134. Гладка М.В., Бойко Р.О., Гладкий Я.В. Оцінювання бізнес-процесів підприємств з використанням методу функціонально-вартісного аналізу ABC. Наукові праці НУХТ 2019. Том 25, № 1, с.7-15. ISSN: 2223-0858
135. Гладка М.В., Використання fuzzy-технології при створенні плану проєктних робіт // Енергетика і автоматика, Національний університет біоресурсів і природокористування України (Київ), ISSN: 2223-0858, №4, К, 2014 - С. 33-40. ISSN: 2223-0858 URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/3527>
136. Гладка М.В., Використання FUZZY-технології при створенні плану проєктних робіт, 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», — К.: НУХТ, 2014 р. — Ч. 2., с. 475-477
137. Гладка М.В., Гладкий Я. В., Використання S-BPM в управлінні проєктами з впровадження IT-систем. Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 15–16 квітня 2021 р. – К.: НУХТ, 2021 р. – Ч.2. – 369 с.
138. Гладка М.В., Гладкий Я.В. Використання Табу-пошуку для призначення виконавців на проєктні роботи. Матеріали VI

Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 20 листопада 2019. – К: НУХТ, 2019 – 234 с.

139. Гладка М.В., Гладкий Я.В. Запровадження WIP-лімітів при управлінні роботами ІТ проєктів. Матер. VII Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 26 листоп. 2020 р. – К: НУХТ, 2020. – 208-209 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1uqml2pA_MKFlcB1wJMGySg_Y_NuyguFR/view
140. Гладка М.В., Гладкий Я.В., Кравченко О.В. Використання методу аналізу ієрархій для вибору систем управління проєктами. VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Інформаційні технології та взаємодії», Київ, 20 грудня 2019 року- С. 35-42.
141. Гладка М.В., Майстренко А.С. Вибір систем управління проєктами для виробничих підприємств / Наукові праці НУХТ. Том 21, №3 – К. НУХТ, 2015. 115-121 с.
142. Гладка М.В., Майстренко А.С., Технології управління проєктами, 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», — К.: НУХТ, 2014 р. —Ч. 2., с. 501-502
143. Гладка М.В., Майстренко А.С., Управління проєктуванням життєвого циклу програмних продуктів з допомогою PDM технологій, 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», — К.: НУХТ, 2013 р. — Ч. 2., с. 640-642

144. Гладка М.В., Особливості опису бізнес-процесу для автоматизації. Ювілейна LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Том 2 – К.: НТУ, 2019. - С. 457-458.
145. Гладка М.В., Розмежування пріоритетів при плануванні проєкту АС, Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості», — К.: НУХТ, 2014 р. —с. 736
146. Гладка М.В., Хлобистова О.А., Гнучкі методології розроблення програмних продуктів і їх використання в проєктуванні інформаційних систем, 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», — К.: НУХТ, 2013 р. — Ч. 2., с. 608-610
147. Гладка М.В., Хлобистова О.А., Розробка плану проєктних робіт, Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Информационные технологии // научный журнал. - Харьков: Технологический центр, 2013. – №3/2(63), с.34-38 ISSN 1729-3774 URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.14426> .
148. Гладка М.В.. Мережеві методи планування в управлінні проєктами / М.В. Гладка, К.І.Шевченко // Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 25.11.2015 р.– К: НУХТ, 2015 р. – 166 - 167 с.
149. Гладка, М. В. Використання методу «стартапів» при плануванні проєкту / М. В. Гладка // Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та

- технологічними комплексами : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 27 лист. 2014 р.– К. : НУХТ, 2014. – С. 176-177.
150. Гладкая М.В. Использование мультиагентной технологии при создании плана проектных работ автоматизированной системы / М.В.Гладкая, О.А. Хлобыстова, Л.Г. Загоровская, Е.М. Мякшило // ОРАЛДЫҢ ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ, (Уральский научный вестник, Казахстан), № 51 (130), 2014, Серия: Технические науки, Математика, Медицина. – г. Уральск.: Уралнаучкнига, 2015. С.45-49
 151. Дейнека А. В. Управление персоналом: Учебник / А. В. Дейнека. — М.: Издательскоботорговая корпорация «Дашков и К°», 2010. — 292 с. ISBN 978-5-394-01120-7
 152. Доценко Н. В. Методологічні основи управління людськими ресурсами при гнучкому управлінні в мультипроектному середовищі. Математичні моделі та новітні технології управління економічними та технічними системами: монографія / за заг. ред В. О. Тимофєєва, І. В. Чумаченка. Харків: ФОП Панов А.М., 2018. 243–251 с.
 153. Доценко Н. В., Шостак Е. И. Анализ альтернативных вариантов состава команд исполнителей высокотехнологичных проектов на основе кластеризации и ранжирования групповых экспертных оценок. Авиационнокосмическая техника и технология. 2016. № 7. С. 164–172.
 154. Жеребина О. Профессиональные стандарты в области ИТ: “инструкция по применению” URL: www.apkit.ru/files/ITStandarts_Zherebina.doc
 155. Иваненко Л.В., Когдин А.А. Проблемы функционирования современных информационных технологий в управлении персоналом // Основы экономики, управления и права, 2012. № 6. С. 112-116.
 156. Иванов С.В. Проектирование систем управления человеческими ресурсами / С.В. Иванов, П.Г. Решетняк URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/93373/52-Ivanov.pdf?sequence=1>.

157. Кадикова І. М., Ларіна С. О., Чумаченко І. В. Метод визначення очікувань зацікавлених сторін і їх коригування при стратегічному управлінні програмою проєктів. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2019. №1 (7). С. 51 – 58
158. Каймакова М. В. Анализ использования человеческих ресурсов : текст лекций / сост. М. В. Каймакова. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 80 с.
159. Керівництво з управління інноваційними проєктами та програмами Р2М: перекл. з англ. / під ред. С.Д. Бушуєва. К.: Науковий світ, 2009. 173 с.
160. Кійко С. Г., «Система управління ресурсними потоками проєктів підприємства», «Агентне моделювання процесів управління ресурсними потоками проєктів підприємства», в Управління успішними проєктами створення складної техніки : монографія. Г. В. Бабкін та ін., Миколаїв: Видавництво Торубари В. В., 2017. с. 144-173
161. Коваль Тетяна. Матеріально-технічне забезпечення ІТ-проєктів / Тетяна Коваль, Мирослава Гладка // 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті” 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.292
162. Кожушко Ілля, Гладка Мирослава. Візуалізація планування при розробленні інформаційних систем // 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті” 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2., с.324
163. Колеснікова К. В., Бондар В. І., Москалюк А. Ю., Яковенко В. О. Розробка моделі ініціації проєктів у формі ланцюга Маркова. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 2 (1224). – С. 29–34. – ISSN 2311–4738.DOI: 10.20998/2413-3000.2017.1224.5 150

164. Комисарова, Т. А. Управление человеческими ресурсами: Учеб. пособие / Т. А. Комисарова. – М. : Дело, 2002.
165. Косенко Н. В. Использование компетентностного и 342 квалификационного подходов при оценке и отборе кандидатов в состав проекта. Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами: тез. докладов X Межд. науч.-практ. конф. Харьков, 2012. С. 155.
166. Кузьмінов Є.В. Рефлексивне моделювання в оцінюванні ефективності праці фахівців з розробки програмних продуктів URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2229>.
167. Ладанюк А.П. Системна задача координації в технологічних комплексах неперервного типу / А.П. Ладанюк, Д.А. Шумигай, Р.О. Бойко // Збірник наукових праць. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, вип. 25, частина I – Кіровоград: КНТУ, 2012. с. 288-294
168. Лихтенштейн В.Е. Мультиагентные системы. Самоорганизация и развитие. / В.Е. Лихтенштейн, В.А. Коняевский, Г.В. Росс, В.П. Лось - М.:Финансы и статистика, 2018. - 264 с
169. Лісневський Р.В., Костіков М. П., Гладка М.В. Аналіз інтеграцій програмних інструментаріїв ведення проєктів щодо можливості їх використання для потреб Збройних Сил України. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ імені Івана Черняхівського. 2020. –№ 3(70). С.107-112. ISSN 2304-2699
170. Мазур И.И. Управление проектами: Учебное пособие / Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г.; Под общ. ред. И.И. Мазура. – 2-е изд. – М.: Омега-Л., 2004. – 664с.
171. Майстренко А.С.. Вибір систем управління проєктами для виробничих підприємств / Майстренко А.С., Гладка М.В. // Наукові праці НУХТ. Том 21, №3 – К. НУХТ, 2015. С. 115-121. ISSN: 2223-0858.

172. Мамедова М.Г., Джабраилова З.Г. Многокритериальная оптимизация задач управления человеческими ресурсами на базе модифицированного метода TOPSIS. Восточно-европейский журнал передових технологий. № 2/4 (74), 2015. С. 48 – 62.
173. Масленникова Е. С., Колеснікова К. В. Складники поведінкової компетенції учасників команди проєкту на засадах компетентнісного підходу. Управління розвитком складних систем. 2013. №10. С. 48 – 51.
174. Модели управления портфелем проєктов в условиях неопределенности / В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков. М.: Издательский центр МАТИ, 2007. 116 с.
175. Мотышина М.С. Информационные системы в управлении человеческими ресурсами / М.С. Мотышина, Е.В. Мотышина. URL: <http://tvvlibrary.narod.ru/papers/2011/2-19.pdf>.
176. Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы. М.: ИПУ РАН (научное издание), 2003. – 102 с.
177. Олех Т. М., Гогунський В. Д., Барчанова Ю. С., Дмитренко К. М., Дослідження поглинаючих станів системи за допомогою марківських ланцюгів та фундаментальної матриці. Вісник НТУ «ХПІ». Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 2 (1174). – С. 17–21. doi: 10.20998/2413- 3000.2016.1174.4.
178. Основы индивидуальных компетенций для Управления проектами, Программами и Портфелями (National Competence Baseline, NCB Version 4.0) Том 1. Управление портфелями проєктов Бушуев С.Д., Бушуев Д.А.; Под редакцией Бушуева С.Д., К.: «Саммит-Книга», 2017. 168 с.
179. Оценка и развитие персонала в IT-компаниях. URL: <http://hrliga.com/index.php?module=profession&op=view&id=1504>.

180. Постолатій Р. Використання методу BPMN для моделювання / Розалія Постолатій, Мирослава Гладка // 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.306
181. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій. Постанова КМУ від 23 листопада 2011р. №1341
182. Професійний стандарт. Фахівець з інформаційних систем. URL: <http://mon.gov.ua/content/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2016/03/15/5-ps-spes-infosystems-13.12.2014.pdf>
183. Професійний стандарт. Фахівець з розробки програмного забезпечення. URL: <http://mon.gov.ua/content/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2016/03/15/6-ps-rozrobnik-pz-13.12.2014.pdf>
184. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. – М.: АПКИТ, 2008. – 615 с
185. Профессиональные стандарты в области ИТ. URL: <http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>
186. Романова Ю.Д. Информационные технологии в управлении персоналом: учебник и практикум для СПО / Ю.Д. Романова, Т.А. Винтова, П.Е. Коваль. – 3е изд., перераб и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 271 с. ISBN 978-5-534-07586-1
187. Саати Т., Принятие решений. Метод анализа иерархий. Перевод с английского Р. Г. Вачнадзе/ Москва «Радио и связь», 1993, 316 с.
188. Тарутин А.И., Поворина Е.В. Использование информационных технологий в управлении персоналом // Новая наука: Опыт, традиции, инновации, 2016. № 7 (111). С. 20-24.
189. Технології комп'ютерного проектування [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» освітньо-

професійної програми «Комп'ютерні науки» денної та заочної форм навч./уклад.: М.В. Гладка, І.В. Струнін, Р.О. Бойко: НУХТ, 2019.—

247 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/new-ebook/category/kafedra-informatsiinykh-system/>

190. Технології комп'ютерного проектування [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до вивчення дисципліни та виконання контрольної роботи для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» заочної форми навчання / уклад. М.В. Гладка, І.В. Струнін, – К. НУХТ, 2018.— 247 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/new-ebook/category/kafedra-informatsiinykh-system/>
191. Технологія створення програмних продуктів [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» денної та заочної форм навч. / уклад. : В. А. Литвинов, М. В. Гладка, О. А. Хлобистова. – К. : НУХТ, 2014. URL: <http://library.nuft.edu.ua/new-ebook/category/kafedra-informatsiinykh-system/>
192. Управление персоналом: Учебник для вузов /Под ред. Т.Ю. Базарова, Б.Л. Еремина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М: ЮНИТИ, 2006. —560 с. ISBN 5-238-00290-4
193. Управление проектами: Толковый англо-русский слов.-справочник / Под ред. проф. В. Д. Шапиро. — М.: Высш. Шк., 2000.
194. Управление проектами: Толковый англо-русский слов.-справочник / Под ред. проф. В. Д. Шапиро. — М.: Высш. Шк., 2000.
195. Управління ІТ проєктами [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" денної та заочної форм навч. / уклад. О. А. Хлобистова, М. В. Гладка. - К. : НУХТ, 2013. — 108 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/new-ebook/category/kafedra-informatsiinykh-system/>

196. Управління ІТ проєктами [Електронний ресурс]: метод. рекомендації до вивч. дисц. та викон. контрол. роботи для студ. освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 122 "Комп'ютерні науки" заоч. форми навч. / уклад. : М. В.Гладка, Т. С.Джуренко, Л. Г.Загоровська ; Нац. ун-т харч. технол. - К. : НУХТ, 2017. - 67 с. URL <http://library.nuft.edu.ua/new-ebook/category/kafedra-informatsiinykh-system/>
197. Управління ІТ проєктами [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» денної та заочної форм навч. / уклад. М. В. Гладка, О. А. Хлобистова. – К. : НУХТ, 2014.– 91 с. – URL: <http://library.nuft.edu.ua/new-ebook/category/kafedra-informatsiinykh-system/>
198. Управління ІТ проєктами [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» денної та заочної форм навчання. / уклад. М.В. Гладка, Р.О. Бойко – К. НУХТ, 2019.– 60 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/new-ebook/category/kafedra-informatsiinykh-system/>
199. Управління ІТ-проєктами в Microsoft Project: Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 122 “Комп'ютерні науки” для всіх спеціалізацій / Л.М. Добровська, О.В. Аверьянова; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 17,6 Мбайт). – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020 – 152 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33622>
200. Управління проєктами: навчальний посібник до вивчення дисципліни для магістрів галузі знань 07 «Управління та адміністрування» спеціальності 073 «Менеджмент» спеціалізації: «Менеджмент і бізнес-адміністрування», «Менеджмент міжнародних проєктів», «Менеджмент інновацій», «Логістика»/ Уклад.: Л.Є. Довгань,

Г.А.Мохонько, І.П Малик. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 420 с.

201. Фесенко Т. Г. Управління проєктами: теорія та практика виконання проєктних дій: навч. посібник / Т. Г. Фесенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 181 с.

ДОДАТОК А. АКТИ ВПРОВАДЖЕНЬ



Всеукраїнська громадська організація "Українська Асоціація Фахівців Інформаційних Технологій"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора
Всеукраїнської громадської організації
«Українська асоціація фахівців
інформаційних технологій»



 Т.О. Вайтнук
12 травня 2021 р.

АКТ

**про впровадження науково-практичних результатів
дисертаційної роботи Гладкої Мирослави Вікторівни на тему:
«Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в ІТ
проектах в умовах невизначеності»**

Акт складено комісією:

Голова комісії:

Віце-президент УАФІТ к.т.н. Гамзаєв Рустам Олександрович

Члени комісії:

Віце-президент УАФІТ к.т.н. Сокол Владислав Євгенович

Член ради УАФІТ к.т.н. Шишкін Михайло Анатольович

Віце-президент УАФІТ Ермаков Кирило Юрійович

Основною метою діяльності Всеукраїнської громадської організації «Українська асоціація фахівців інформаційних технологій» (УАФІТ) є створення умов та сприяння розвитку новітніх інформаційних технологій та інформатики в Україні, підвищення рівня знань суспільства в галузі інформаційних технологій, впровадження сучасних комунікаційних та інформаційних систем в усі галузі господарства, науки та освіти України, прискорення інтеграції України у міжнародний простір. УАФІТ щорічно долучається до формування заявок та виконання проектів програми Erasmus+KA2, а також створення відкритого освітньо-наукового простору України. Одним з завдань діяльності УАФІТ є забезпечення організаційно-методичного, наукового та інформаційно-технічного супроводження програм різного рівня в галузі інформатики, проведення експертизи і конкурсів для інноваційних проектів у галузі інформаційних і комунікаційних технологій та інформатики.

Комісія детально розглянула результати дисертаційного дослідження Гладкої М.В. і встановила:

1. Гладка М.В. активно співпрацює з УАФІТ останні кілька років. Науково-практичні результати її дисертаційного дослідження на тему «Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в ІТ проектах в умовах невизначеності» представляють значний практичний інтерес в галузі інформаційних технологій, впровадження сучасних комунікаційних та інформаційних систем в усі галузі господарства, асоціацій та організацій України, що приймають участь у міжнародних наукових та освітніх проектах.
2. Згідно з парадигмою проектного управління, ключовими виконавцями ІТ проектів є персонал з його набором знань, вмінь, кваліфікації. Формування проектної команди та призначення виконавців на проектні роботи часто здійснюється керуючись доцільністю та особистою суб'єктивною думкою менеджера проекту. В дисертаційному дослідженні Гладкої М.В. сформульовано критерії підбору проектної команди, параметри визначення виконавців на конкретні завдання проектів, наведена формальна постановка та розв'язання задачі багатокритеріального вибору виконавців для реалізації проекту з заданими умовами. Особливістю функціонування ІТ компаній, є паралельне ведення декількох проектів, на кожен з яких призначаються виконавці зі скінченного числа працівників. Кожен проект містить задачі різного характеру, типу, складності, з визначеними часовими обмеженнями, залежностями на які необхідно підібрати виконавців. Для кожного типу задач сформовані матриці ролей та співвідношення рівня кваліфікації у відповідності до виконуваної ролі. Для призначення виконавців на проектні роботи застосовано мультиагентний підхід, що ґрунтується на висхідній методології, для визначення оптимального складу виконавців кожної задачі множини проектів компанії. Також в дослідженні розроблено метод вибору системи управління проектами, що ґрунтується на методі аналізу ієрархій з врахуванням порівнянь всіх критеріїв, що виставляються до системи.
3. Розроблена Гладкою М.В. в межах дисертаційного дослідження інформаційна система призначення працівників на проектні роботи дозволяє нівелювати фактором особистісних відносин проектного менеджера з членами проектної команди, а виконувати розподіл поставлених задач лише ґрунтуючись на показниках компетенції кожного трудового ресурсу та графіку зайнятості на проектних роботах. Алгоритм формування кваліфікаційного рівня працівників, що розроблено на основі якісних та кількісних показників закриття проектних задач (час виконання, відхилення, повернення на доробку, час тестування, якість програмного

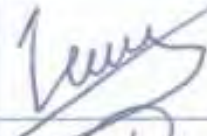
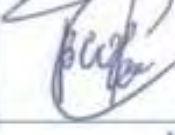
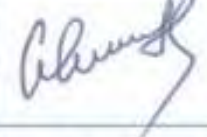
коду, тощо) дозволяє оперативно проводити проектну атестацію всіх залучених до проекту виконавців.

4. Аналіз результатів дисертаційного дослідження Гладкої М.В. свідчить про практичну цінність її наукового доробку, що створює підґрунтя для обґрунтованого вибору персоналу на проектні роботи з врахуванням особливості функціонування компанії, що займається розробкою та впровадженням ІТ систем в цілому. Підписанти вважають, що Гладка Мирослава Вікторівна заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та програмами.

Рішення комісії:

Розроблена Гладкою М.В., в межах дисертаційного дослідження «Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в ІТ проектах в умовах невизначеності» модель організації розподілу трудових ресурсів на проекти з розробки та впровадження ІТ-систем та інформаційна система, що ґрунтується на розробленій моделі, впроваджена і може успішно використовуватися для призначення виконавців на проектні роботи, з врахуванням особливостей компетенцій персоналу та відповідно до ролі в проектній команді.

Підписи:

Голова комісії	Гамзасєв Рустам Олександрович	
Член комісії	Сокол Владислав Євгенович	
Член комісії	Шишкін Михайло Анатольович	
Член комісії	Єрмаков Кирило Юрійович	



Товариство з обмеженою
відповідальністю «ТЕСТ»
03067, м. Київ, вул. Виборзька, 84
Телефон: (044) 4662046

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи

Гладкої Мирослави Вікторівни «Моделі та методи мультиагентного
розподілу трудових ресурсів в IT проектах в умовах невизначеності» в
процесі практичного застосування в ТОВ «ТЕСТ»

На підприємстві ТОВ «ТЕСТ» впроваджено наступні результати
дисертаційної роботи Гладкої Мирослави Вікторівни:

- завдяки методу, що ґрунтується на аналізі та порівнянні показників та вимог, розробленому в роботі, виконано підбір системи управління проектами - Atlassian JIRA;
- розроблено матриці кваліфікації працівників у відповідності до ролі у проектній команді, що забезпечує можливість підбору персоналу для виконання поставлених проектних задач у відповідності до визначених вимог та критеріїв;
- для призначення персоналу на проектні роботи, застосовано інформаційну підсистему, що синхронізується з обраною системою управління проектами, розроблену на висхідній методології мультиагентного розподілу працівників на проектні роботи;
- актуалізація показників кваліфікації персоналу за результатами виконання проектних робіт, що враховує планові та фактичні витрати часу на роботи, залучення співвиконавців на роботи, якісні та кількісні показники результативності.

За результатами впровадження розроблених методів, виявлено покращення в якості виконання проектних робіт: плановий та фактичний час виконання проектних задач різняться до 10% (до впровадження – до 20%); відмічається позитивна динаміка росту кваліфікаційних рівнів персоналу, за рахунок постановки задач у відповідності з рівнем кваліфікації виконавця – близько 6% за проект (до впровадження 3%).

Використання впроваджених у компанії практичних результатів досліджень Гладкої М.В. сприяло підвищенню якості ведення проектів за рахунок оптимізації роботи менеджера проекту.

15.06.2021



Вовк А.М.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового
інституту інформаційних технологій
університету ДФС України,
д.т.н., професор

А. Ю. Горбовий

« » 2021р.

АКТ

впровадження в навчальний процес
результатів дисертаційної роботи «Моделі та методи
інформаційної технології мультиагентного розподілу трудових ресурсів в
ІТ проектах в умовах невизначеності»
Гладкої Мирослави Вікторівни

Основні результати дисертаційного дослідження Гладкої Мирослави Вікторівни:

- 1) метод аналізу ієрархій для вибору системи управління проектами, для впровадження на підприємствах;
- 2) використання WIP-лімітів для обмеження кількості поставлених задач працівникам на проєкті;
- 3) проєктна атестація – контроль та моніторинг якості виконання проєктних робіт співробітниками, що беруть участь в проєктних роботах, з фіксацією результатів атестації кожного окремого співробітника, що приймає участь в реалізації проєкту.

Дані результати апробовано та частково впроваджено в навчальному процесі кафедри інтелектуальних управляючих та обчислювальних систем у вигляді відповідних питань курсу лекцій з навчальної дисципліни «Управління ІТ проєктами».

Використання впроваджених у освітній процес практичних результатів дослідження Гладкої М.В. сприяло актуалізації знань здобувачів в проєктному управлінні та розвитку навичок soft skills.

Завідувач кафедри
інтелектуальних управляючих
та обчислювальних систем,
к.т.н., доцент

І.М. Федотова-Півень





ТОВ «Інформаційні технології України»

Юридична адреса: 04050, м. Київ, вул. Ю. Ілленко, 81-А, оф. 124

ЄДРПОУ 37027190

IBAN: UA33380805000000026005277698

в АТ Райффайзен Банк Аваль у м. Києві

МФО 380805

Свідчення платника ПДВ № 1526594504998

ПІН: 370271926595

e-mail: web@itua.com.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «Інформаційні технології України»

 **Робочий М. Г.**

«07» червня 2021 р.

АКТ

**про впровадження науково-практичних результатів
дисертаційної роботи Гладкої Мирослави Вікторівни на тему: «Моделі та
методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в ІТ проєктах в
умовах невизначеності»**

Основною метою діяльності ТОВ «Інформаційні технології України» є розробка архітектури онлайн-проєктів – CRM-інтеграція, веб розробка та проєктування, інтернет-маркетинг. В рамках своєї діяльності компанія націлена на ефективне ведення проєктів на всіх етапах розробки та впровадження інформаційних систем та технологій.

Науково-практичні результати дисертаційного дослідження на тему «Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в ІТ проєктах в умовах невизначеності» представляють значний практичний інтерес в галузі інформаційних технологій, впровадження сучасних комунікаційних та інформаційних систем в господарській діяльності підприємств.

Для підвищення ефективності діяльності ТОВ «Інформаційні технології України» Гладкою М.В. були впроваджені результати її дисертаційного дослідження, щодо створення інструментів управління трудовими ресурсам в процесі ведення проєктної діяльності компанії в умовах невизначеності:



- розроблені алгоритми та моделі формування критеріїв підбору проєктної команди забезпечують можливість раціонального підбору учасників виконання проєкту, з врахуванням обмежень, в залежності від параметрів та умов його виконання;
- розроблена інформаційна технологія розподілу виконавців на проєктні роботи синхронізується з системою Вітіх 24, в якій ТОВ «Інформаційні технології України» веде управління проєктною діяльністю, що забезпечує повноцінну взаємодію систем та розширює можливості проєктного управління;
- формування матриці компетенції працівників у відповідності до їх ролі та участі в проєкті забезпечує можливість вибору та призначення виконавців на конкретні завдання проєктів, що базується на вирішенні задачі багатокритеріального вибору виконавців в залежності від характеру, типу, складності задачі з визначеними часовими обмеженнями;
- механізми призначення виконавців на проєктні роботи враховують участь виконавців в декількох проєктах одночасно, що дозволяє повнофункціонально працювати на кожному з них;
- система призначення працівників на проєктні роботи дозволяє нівелювати фактором особистісних відносин проєктного менеджера з членами проєктної команди, а виконувати розподіл поставлених задач лише ґрунтуючись на показниках компетенції кожного трудового ресурсу та графіку зайнятості на проєктних роботах;
- алгоритм формування кваліфікаційного рівня працівників, що розроблено на основі якісних та кількісних показників закриття проєктних задач (час виконання, відхилення, повернення на доробку, час тестування, якість програмного коду, тощо) дозволяє оперативно проводити проєктну атестацію всіх залучених до проєкту виконавців.

Аналіз результатів дисертаційного дослідження Гладкої М.В. свідчать про практичну цінність її наукового доробку. Впровадження підсистеми автоматизованого розподілу персоналу на проєктні роботи зменшило відхилення планових та фактичних показників витрат часу на реалізацію проєктів на 16%, а введення проєктної атестації за результатами виконання проєктних робіт дозволило отримати механізм постійного моніторингу ефективності персоналу, що бере участь в проєктних роботах.

Директор

ТОВ «Інформаційні технології України»



Робочий М. Г.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Гладкої Мирослави Вікторівни

«Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в IT
проектах в умовах невизначеності» в
ТОВ «Примавера Капітал»

для підвищення ефективності діяльності ТОВ «Примавера Капітал» Гладкою М.В. були впроваджені результати її дисертаційного дослідження, які присвячені створенню інструментів управління трудовими ресурсам в процесі ведення проєктної діяльності компанії в умовах невизначеності. В результаті впровадження розробленої системи час на виконання проєктних задач зменшився на 5-10%, а термін очікування виконавця на проєктні роботи – на 2-6%.

В рамках досліджень Гладкої М.В. в діяльність компанії було впроваджено концепцію проведення проєктної атестації для формування показників професійної компетенції персоналу, яка базується на формуванні концептуальної матриці кваліфікаційних рівнів кожного співробітника за результатами виконання задач та проводиться для закритих проєктів чи фаз проєктів. Запроваджено модель співвідношень типів робіт, ролі виконавця та мінімальних кваліфікаційних рівнів відповідних ролей для призначення на роботи певного виду.

Також Гладкою М.В. було впроваджено модель розподілу трудових ресурсів, що ґрунтується на мультиагентному підході за висхідним принципом, який дозволяє виконувати розподіл нових проєктних задач між учасниками проєктної команди, за необхідності в розподіл можуть бути включені всі розподілені задачі, але які не прийняті виконавцями в роботу. Завдяки такому алгоритму розподілу нівелюється фактор особистісних відношень проєктного менеджера з членами проєктної задачі, і призначення виконується лише ґрунтуючись на показниках компетенції, зайнятості,

завантаженості трудових ресурсів та послідовностей та залежностей виконання самих задач. Модуль повністю синхронізований з системою управління проєктами, що використовується в компанії та доповнює її без додаткових ускладнень на роботу з даними.

Ці результати дозволили забезпечити функціональну повноту інструментів управління персоналом на проєктних роботах за рахунок розробки та впровадження модулю автоматизованого розподілу трудових ресурсів на проєктні роботи та формування матриці компетенцій за результатами виконання проєктних робіт.

Результати впровадження інструментів управління трудовими ресурсами для реалізації проєктів в умовах невизначеності дозволило оптимізувати процеси призначення працівників на роботи **ТОВ «Примавера Капітал»**.

19.05.2021

Директор



Лісневський Р.В.

ДОДАТОК Б МАТРИЦІ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ ДЛЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

Таблиця Б.1 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Інтерфейс»

Інтерфейс	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	1/3	2	1/3	1/3	1/4	1/2	1/2	0,51073	0,02760715	0,51
Basecamp	3	1	3	2	3	1/2	1	2	1,64645	0,27440876	1,65
Project Kaiser	1/2	1/3	1	1/3	2	1	1/2	3	0,79934	0,06228617	0,80
Atlassian JIRA	3	1/2	3	1	3	1/4	1/3	2	1,10668	0,09623321	1,11
Redmine	3	1/3	1/2	1/3	1	2	3	1/2	0,917	0,0753702	0,92
OpenProject	4	2	1	4	1/2	1	1/2	1/3	1,13044	0,11304363	1,13
GitHub	2	1	2	3	1/3	2	1	1/3	1,13044	0,11495962	1,13
Wrike	2	1/2	1/3	1/2	2	3	3	1	1,1472	0,11867614	1,15
суми	18,50	6,00	12,83	11,50	12,17	10,00	9,83	9,67	8,38829	0,88258487	8,39
									Індекс узгодженості	0,055	
									Випадковий індекс узгодж.	1,410	
									Відносна узгодженість	0,039	

Таблиця Б.2 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Рівні доступу до інформації»

Рівні доступу до інформації	Microsoft	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	3	1	1/2	1/3	1/4	2	3	0,96468	0,07928865	0,96
Basecamp	1/3	1	3	2	1/2	3	1	2	1,25103	0,14435001	1,25
Project Kaiser	1	1/3	1	1/3	1/2	3	1/2	1	0,733	0,05497479	0,73
Atlassian JIRA	2	1/2	3	1	2	3	1/3	1/3	1,09051	0,1022351	1,09
Redmine	3	2	2	1/2	1	1/4	2	1/2	1,05199	0,09710672	1,05
OpenProject	4	1/3	1/3	1/3	4	1	1/2	2	0,93669	0,07205285	0,94
GitHub	1/2	1	2	3	1/2	2	1	1/2	1,05199	0,11271316	1,05
Wrike	1/3	1/2	1	3	2	1/2	2	1	1,0000	0,09677419	1,00
суми	12,17	8,67	13,33	10,67	10,83	13,00	9,33	10,33	8,07988	0,75949549	8,08
									Індекс узгодженості	0,011	
									Випадковий індекс узгодж.	1,410	
									Відносна узгодженість	0,008	

Таблиця Б.3 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Побудова звітності»

Побудова звітності	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	3	2	1/2	1/3	1/4	1/3	2	0,74184	0,05175603	0,74
Basecamp	1/3	1	3	1/3	1/5	1/2	3	1/3	0,5673	0,03211135	0,57
Project Kaiser	1/2	1/3	1	1/5	2	1	2	1	0,71475	0,05105384	0,71
Atlassian JIRA	2	3	5	1	3	1/2	1/3	1	1,57042	0,18769934	1,57
Redmine	3	5	1/2	1/3	1	2	3	2	1,76273	0,2240764	1,76
OpenProject	4	2	1	2	1/2	1	2	3	1,90637	0,31337566	1,91
GitHub	3	1/3	1/2	3	1/3	1/2	1	1/3	0,6609	0,04506144	0,66
Wrike	1/2	3	1	1	1/2	1/3	3	1	0,95318	0,08936103	0,95
суми	14,33	17,67	14,00	8,37	7,87	6,08	14,67	10,67	8,8775	0,99449508	8,88
									Індекс узгодженості	0,125	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,089	

Таблиця Б.4 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Простота налаштування»

Простота налаштування	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	2	1/2	2	1/2	1/2	1/3	1	0,74	0,0618197	0,74
Basecamp	1/2	1	3	2	2	1/2	2	1/2	1,20	0,13595513	1,20
Project Kaiser	2	1/3	1	1/2	2	2	1/2	2	1,05	0,10491151	1,05
Atlassian JIRA	1/2	1/2	2	1	1/4	1/2	1	1/3	0,52	0,03384242	0,52
Redmine	2	0,5	1/2	4	1	1/3	1/2	1/3	0,69	0,05042627	0,69
OpenProject	2	2	1/2	2	3	1	2	1/2	1,51	0,20632987	1,51
GitHub	3	1/2	2	1	2	1/2	1	1/2	1,07	0,11463356	1,07
Wrike	1	2	1/2	3	3	2	2	1	1,82	0,2946682	1,82
суми	12,00	8,83	10,00	15,50	13,75	7,33	9,33	6,17	8,61	1,00258666	8,61
									Індекс узгодженості	0,087	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,062	

Таблиця Б.5 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Незалежність від OS»

Незалежність від OS	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	1/2	1/2	1/4	1	1/2	3	1/2	0,60047	0,04189315	0,60
Basecamp	2	1	2	1/2	2	2	1/3	1/2	1,04912	0,10491151	1,05
Project Kaiser	2	1/2	1	1/2	2	1	2	1/3	0,93466	0,08901479	0,93
Atlassian JIRA	4	2	2	1	1	2	3	2	2,40187	0,52404522	2,40
Redmine	1	0,5	1/2	1	1	2	3	1/2	0,95318	0,096934	0,95
OpenProject	2	1/2	1	1/2	1/2	1	1/3	2	0,74184	0,0618197	0,74
GitHub	1/3	3	1/2	1/3	1/3	3	1	2	0,83268	0,06324176	0,83
Wrike	2	2	3	1/2	2	1/2	1/2	1	1,20094	0,13595513	1,20
суми	14,33	10,00	10,50	4,58	9,83	12,00	13,17	8,83	8,71475	1,11781524	8,71
									Індекс узгодженості	0,102	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,072	

Таблиця Б.6 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Мобільність використання»

Мобільність використання	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компонент и власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	2	1/2	1/4	1	2	1	1/2	0,7937	0,06614171	0,79
Basecamp	1/2	1	2	1/3	4	3	2	1/4	1,12246	0,0969032	1,12
Project Kaiser	2	1/2	1	1/2	1	1/3	1/2	1/3	0,55032	0,03795319	0,55
Atlassian JIRA	4	3	2	1	2	3	2	2	2,8845	0,73646787	2,88
Redmine	1	0,25	1	1/2	1	1	2	1/4	0,62996	0,04344555	0,63
OpenProject	1/2	1/3	3	1/3	1	1	1/2	1/2	0,5888	0,04107879	0,59
GitHub	1	1/2	2	1/2	1/2	2	1	2	1	0,10526316	1,00
Wrike	2	4	3	1/2	4	2	1/2	1	1,90637	0,27898077	1,91
суми	12,00	11,58	14,50	3,92	14,50	14,33	9,50	6,83	9,47611	1,40623423	9,48
									Індекс узгодженості	0,211	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,150	

Таблиця Б.7 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Контроль завантаженості ресурсів»

Контроль завантаженості ресурсів	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компонент власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	2	3	2	4	4	1/4	2	2,13983	0,29179451	2,14
Basecamp	1/2	1	2	1/2	4	3	1/3	1/2	1	0,09022556	1,00
Project Kaiser	1/3	1/2	1	2	1	1/3	1/4	4	0,69336	0,04700754	0,69
Atlassian JIRA	1/2	2	1/2	1	3	2	2	3	1,61887	0,22588889	1,62
Redmine	1/4	0,25	1	1/3	1	1/3	3	2	0,5888	0,03497798	0,59
OpenProject	1/4	1/3	3	1/2	3	1	2	1/2	0,84919	0,06449549	0,85
GitHub	4	3	4	1/2	1/3	1/2	1	1/3	1,04912	0,08865761	1,05
Wrike	1/2	2	1/4	1/3	1/2	2	3	1	0,7937	0,05952754	0,79
суми	7,33	11,08	14,75	7,17	16,83	13,17	11,83	13,33	8,73286	0,90257513	8,73
										Індекс узгодженості	0,105
										Випадковий індекс узгодження	1,410
										Відносна узгодженість	0,074

Таблиця Б.8 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Контроль часу»

Контроль часу	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	1	4	3	4	4	3	4	3,63424	0,99115669	3,63
Basecamp	1	1	3	2	2	2	1/2	2	1,69838	0,26816547	1,70
Project Kaiser	1/4	1/3	1	3	1/3	1/2	3	1/3	0,5888	0,03532776	0,59
Atlassian JIRA	1/3	1/2	1/3	1	2	3	2	1/2	0,83268	0,06751485	0,83
Redmine	1/4	0,5	3	1/2	1	2	1/2	1	0,75654	0,05895139	0,76
OpenProject	1/4	1/2	2	1/3	1/2	1	2	2	0,74184	0,05495084	0,74
GitHub	1/3	2	1/3	1/2	2	1/2	1	1/3	0,57735	0,03849002	0,58
Wrike	1/4	1/2	3	2	1	1/2	3	1	1,01982	0,09132756	1,02
суми	3,67	6,33	16,67	12,33	12,83	13,50	15,00	11,17	9,84966	1,60588458	9,85
										Індекс узгодженості	0,264
										Випадковий індекс узгодження	1,410
										Відносна узгодженість	0,187

Таблиця Б.9 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Контроль документообігу та версій»

Контроль документообігу та версій	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	1/2	2	1/2	1/2	3	2	1/2	0,95318	0,09224364	0,95
Basecamp	2	1	3	2	2	1	2	1	1,90637	0,35744411	1,91
Project Kaiser	1/2	1/3	1	1/2	2	1/2	4	1/3	0,69336	0,05042627	0,69
Atlassian JIRA	2	1/2	2	1	1/2	1/4	1/2	1/3	0,5888	0,03925306	0,59
Redmine	2	0,5	1/2	2	1	2	1	1/4	0,8909	0,07746945	0,89
OpenProject	1/3	1	2	4	1/2	1	1/3	2	0,98056	0,08716097	0,98
GitHub	1/2	1/2	1/4	2	1	3	1	1/3	0,70711	0,05111615	0,71
Wrike	2	1	3	3	4	1/2	3	1	2,18225	0,37952126	2,18
суми	10,33	5,33	13,75	15,00	11,50	11,25	13,83	5,75	8,90252	1,13463493	8,90
									Індекс узгодженості	0,129	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,091	

Таблиця Б.10 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Спілкування»

Спілкування	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	4	3	3	1/3	3	2	1/3	1,69838	0,19410072	1,70
Basecamp	1/4	1	2	2	2	2	1	1/2	1,12246	0,1122462	1,12
Project Kaiser	1/3	1/2	1	3	1/2	1	1/2	3	0,84919	0,07278777	0,85
Atlassian JIRA	1/3	1/2	1/3	1	1/3	2	1/4	2	0,51436	0,03025651	0,51
Redmine	3	0,5	2	3	1	3	2	1/2	1,73205	0,24743583	1,73
OpenProject	1/3	1/2	1	1/2	1/3	1	3	1/2	0,5888	0,04107879	0,59
GitHub	1/2	1	2	4	1/2	1/3	1	1/3	0,77827	0,06104092	0,78
Wrike	3	2	1/3	1/2	2	2	3	1	1,51309	0,18527581	1,51
суми	8,75	10,00	11,67	17,00	7,00	14,33	12,75	8,17	8,7966	0,94422255	8,80
									Індекс узгодженості	0,114	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,081	

Таблиця Б.11 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Діаграма Ганта»

Діаграма Ганта	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	1/3	1/2	1/3	1/4	1/2	1/2	1/2	0,34668	0,01824635	0,35
Basecamp	3	1	4	3	2	1/4	1/2	1/2	1,2849	0,12335024	1,28
Project Kaiser	2	1/4	1	1/4	1/2	1	3	1/2	0,674	0,04543841	0,67
Atlassian JIRA	3	1/3	4	1	1/2	2	1/3	1/4	0,83268	0,05912543	0,83
Redmine	4	0,5	2	2	1	1	1/2	1/4	1	0,08888889	1,00
OpenProject	2	4	1	1/2	1	1	1/2	2	1,25992	0,1527177	1,26
GitHub	2	2	1/3	3	2	2	1	2	1,7818	0,26075084	1,78
Wrike	2	2	2	4	4	1/2	1/2	1	1,7818	0,25454249	1,78
суми	19,00	10,42	14,83	14,08	11,25	8,25	6,83	7,00	8,96178	1,00306036	8,96
									Індекс узгодженості	0,137	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,097	

Таблиця Б.12 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Інтеграція з email»

Інтеграція з email	Microsoft	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	1/3	2	2	3	1	3	2	1,69838	0,23698344	1,70
Basecamp	3	1	1/2	1/3	1	2	1/4	1	0,7937	0,06184679	0,79
Project Kaiser	1/2	2	1	3	1/3	1	1/2	3	1,06991	0,10523736	1,07
Atlassian JIRA	1/2	3	1/3	1	2	2	3	1/2	1,20094	0,12423486	1,20
Redmine	1/3	1	3	1/2	1	2	1/2	2	1	0,09677419	1,00
OpenProject	1	1/2	1	1/2	1/2	1	1/4	1/2	0,5	0,03333333	0,50
GitHub	1/3	4	2	1/3	2	4	1	2	1,55654	0,17294927	1,56
Wrike	1/2	1	1/3	2	1/2	2	1/2	1	0,74184	0,0618197	0,74
суми	7,17	12,83	10,17	9,67	10,33	15,00	9,00	12,00	8,56131	0,89317895	8,56
									Індекс узгодженості	0,080	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,057	

Таблиця Б.14 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм
«Синхронізація з поширеними сервісами»

Синхронізація з поширеними сервісами	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору		Вл. Вектор
										пріоритети	
Microsoft Project	1	3	2	2	2	2	3	1/3	1,90637	0,28595529	1,91
Basecamp	1/3	1	3	3	1/2	2	1/4	3	1,14471	0,09954037	1,14
Project Kaiser	1/2	1/3	1	1	1	1	1/2	1	0,6609	0,05507509	0,66
Atlassian JIRA	1/2	1/3	1	1	1/2	1/3	2	3	0,74184	0,05780543	0,74
Redmine	1/2	2	1	2	1	1	1/4	1/2	0,7937	0,06614171	0,79
OpenProject	1/2	1/2	1	3	1	1	1/3	2	0,8909	0,0822368	0,89
GitHub	1/3	4	2	1/2	4	3	1	2	1,7818	0,2274635	1,78
Wrike	3	1/3	1	1/3	2	1/2	1/2	1	0,74184	0,05780543	0,74
суми	6,67	11,50	12,00	12,83	12,00	10,83	7,83	12,83	8,66205	0,93202363	8,66
									Індекс узгодженості	0,095	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0.067	

Таблиця Б.15 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм
«Підлаштування під специфіку задач»

Підлаштування під специфіку задач	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору		Вл. Вектор
										пріоритети	
Microsoft Project	1	1/3	2	2	1/3	1/4	2	2	0,87358	0,0671985	0,87
Basecamp	3	1	3	1/3	1/2	1/2	3	1/4	0,90856	0,06988925	0,91
Project Kaiser	1/2	1/3	1	3	2	1	1	1/2	0,8909	0,0822368	0,89
Atlassian JIRA	1/2	3	1/3	1	3	1/4	2	1/3	0,7937	0,05602592	0,79
Redmine	3	2	1/2	1/3	1	2	1	1/3	0,93466	0,08246958	0,93
OpenProject	4	2	1	4	1/2	1	1/2	1/4	1,12246	0,102042	1,12
GitHub	1/2	1/3	1	1/2	1	2	1	1/3	0,61771	0,04575664	0,62
Wrike	1/2	4	2	3	3	4	3	1	2,74946	0,54989185	2,75
суми	13,00	13,00	10,83	14,17	11,33	11,00	13,50	5,00	8,89103	1,05551056	8,89
									Індекс узгодженості	0,127	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,090	

Таблиця Б.16 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Швидкість роботи»

Швидкість роботи	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	1/4	1/2	1/2	2	2	3	1	0,95318	0,0841045	0,95
Basecamp	4	1	3	1/2	1/2	1/4	4	1/2	1,06991	0,0904152	1,07
Project Kaiser	2	1/3	1	2	1/3	2	1/2	2	0,98056	0,0891419	0,98
Atlassian JIRA	2	2	1/2	1	1	2	1	1/3	1,04912	0,11043316	1,05
Redmine	1/2	2	3	1	1	1/2	2	4	1,51309	0,19952779	1,51
OpenProject	1/2	4	1/2	1/2	2	1	1/4	3	0,95318	0,07888422	0,95
GitHub	1/3	1/4	2	1	1/2	4	1	2	0,93466	0,07629839	0,93
Wrike	1	2	1/2	3	1/4	1/3	1/2	1	0,70711	0,05111615	0,71
суми	11,33	11,83	11,00	9,50	7,58	12,08	12,25	13,83	8,16081	0,77992131	8,16
									Індекс узгодженості	0,023	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,016	

Таблиця Б.17 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Наявність безкоштовної версії»

Наявність безкоштовної версії	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	3	2	3	2	3	2	1/2	2,18225	0,39677223	2,18
Basecamp	1/3	1	1/2	4	2	1	3	1/3	1,04912	0,094657	1,05
Project Kaiser	1/2	2	1	3	1/3	1	2	1/3	0,93466	0,08246958	0,93
Atlassian JIRA	1/3	1/4	1/3	1	3	1/4	1	1/4	0,41634	0,02270954	0,42
Redmine	1/2	0,5	3	1/3	1	2	3	4	1,34801	0,1431511	1,35
OpenProject	1/3	1	1	2	1/2	1	1/2	3	0,8909	0,08417941	0,89
GitHub	1/2	1/3	1/2	1	1/3	2	1	1/3	0,51436	0,03318456	0,51
Wrike	2	3	3	4	1/4	1/3	3	1	1,61887	0,16603799	1,62
суми	5,50	11,08	11,33	18,33	9,42	10,58	15,50	9,75	8,9545	1,0231614	8,95
									Індекс узгодженості	0,136	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,097	

Таблиця Б.18 – Матриця попарних порівнянь альтернатив за критерієм «Вартість»

Вартість	Microsoft Project	Basecamp	Project Kaiser	Atlassian JIRA	Redmine	OpenProject	GitHub	Wrike	Компоненти власного вектору	пріоритети	Вл. Вектор
Microsoft Project	1	4	2	2	1/3	3	2	1/3	1,48367	0,16334012	1,48
Basecamp	1/4	1	3	1/3	3	2	3	1/2	1,14471	0,09954037	1,14
Project Kaiser	1/2	1/3	1	3	1/3	1/4	1/3	1	0,49028	0,02828541	0,49
Atlassian JIRA	1/2	3	1/3	1	1/2	1	1/2	2	0,7937	0,06707328	0,79
Redmine	3	1/3	3	2	1	1/2	1	1/2	1,06991	0,10523736	1,07
OpenProject	1/3	1/2	4	1	2	1	1/3	1/4	0,69336	0,04700754	0,69
GitHub	1/2	1/3	3	2	1	3	1	1/3	1	0,08955224	1,00
Wrike	3	2	1	1/2	2	4	3	1	2,03965	0,34472939	2,04
суми	9,08	11,50	17,33	11,83	10,17	14,75	11,17	5,92	8,71529	0,94476572	8,72
									Індекс узгодженості	0,102	
									Випадковий індекс узгодження	1,410	
									Відносна узгодженість	0,072	

ДОДАТОК В ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Публікації, які індексовані в наукометричній базі SCOPUS:

1. Regina Boyko, Dmitriy Shumyhai, Mirosława Gladka. Concept, Definition and Use of an Agent in the Multi-agent Information Management Systems at the Objects of Various Nature. Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Proceedings of the International Conference SCIT 2016, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. pp 59-63 DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0> Series ISSN: 2194-5357. Індексується в базі Scopus

Публікації у міжнародних журналах та фахових виданнях України

2. Гладка М.В., Хлобистова О.А. Розробка плану проєктних робіт. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Информационные технологии // научный журнал. - Харьков: Технологический центр, 2013. – №3/2(63), с.34-38. ISSN 1729-3774
3. Гладка М.В. Використання fuzzy-технології при створенні плану проєктних робіт // Енергетика і автоматика, № 4(22), 2014.- К., НУБіП України, 2014. - С. 33-40. ISSN: 2223-0858
4. Гладкая М.В., Хлобыстова О.А., Загоровская Л.Г., Мякшило Е.М. Использование мультиагентной технологии при создании плана проектных работ автоматизированной системы. ОРАЛДЫҢ ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ, (Уральский научный вестник, Казахстан), № 51 (130), 2014, Серия: Технические науки, Математика, Медицина. – г. Уральск.: Уралнауцкнига, 2015. С.45-49
5. Майстренко А.С., Гладка М.В. Вибір систем управління проєктами для виробничих підприємств. Наукові праці НУХТ. Том 21, №3 – К. НУХТ, 2015. С. 115-121
6. Boyko R., Gladka M., Roman T. System task of creating intelligent management of complex technological procedures. Computer science, information technology, automation, 2016, №.5, pp.33-37 ISSN 2414-9055

7. Boyko R., Vlasenko L., Gladka M. Information technologies of integration of management methods by organizational and technical (technological) systems. Наукові праці НУХТ 2018. Том 24, № 2, с 16-25. Індeksuється в базі EBSCO.
8. Гладка М.В., Бойко Р.О., Гладкий Я.В. Оцінювання бізнес-процесів підприємств з використанням методу функціонально-вартісного аналізу ABC. Наукові праці НУХТ 2019. Том 25, № 1, с.7-15 Індeksuється в базі EBSCO
9. Kravchenko O., Gladka M., Plakasova Zh., Karapetyan A., Besedina S.. Application of information technologies for semantic text processing. Scientific Journal of Astana IT University, V2, Nur-Sultan 2020, p 18-31. ISSN: 2707-904X. DOI: 10.37943/AITU.2020.75.91.002 Індeksuється в базі Ulrichsweb
10. Лісневський Р.В., Костіков М. П., Гладка М.В. Аналіз інтеграцій програмних інструментаріїв ведення проєктів щодо можливості їх використання для потреб Збройних Сил України. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2020. –№ 3(70). С.107-112. ISSN 2304-2699.
11. Myroslava Gladka, Olga Kravchenko, Yaroslav Hladkyi, Sholpan Borashova. Qualification and appointment of staff for project work in implementing IT systems under conditions of uncertainty. 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies. Astana IT University. NUR-SULTAN, KAZAKHSTAN. APRIL 28-30, 2021

Публікації апробаційного характеру

12. Гладка М.В., Хлобистова О.А. Гнучкі технології розроблення програмних продуктів і їх використання в проєктуванні інформаційних систем, 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», — К.: НУХТ, 2013 р. — Ч. 2., с. 608-610
13. Гладка М.В., Майстренко А.С. Управління проєктуванням життєвого циклу програмних продуктів з допомогою PDM технологій. 79 міжнародна

- наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», — К.: НУХТ, 2013 р. — Ч. 2., с. 640-642
- 14.Гладка М.В. Використання FUZZY-технології при створенні плану проєктних робіт. 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», — К.: НУХТ, 2014 р. —Ч. 2., с. 475-477
- 15.Майстренко А.С., Гладка М.В. Технології управління проєктами. 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», — К.: НУХТ, 2014 р. —Ч. 2., с. 501-502
- 16.Гладка М.В. Розмежування пріоритетів при плануванні проєкту АС. Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості», — К.: НУХТ, 2014 р. —с. 736
- 17.Гладка М. В. Використання методу «стартапів» при плануванні проєкту. Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 27 лист. 2014 р.– К. : НУХТ, 2014. – С. 176-177.
- 18.Васильченко А.О., Гладка М.В. Управління людськими ресурсами у науковій діяльності інноваційної організації. Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 27 лист. 2014 р.– К.: НУХТ, 2014. – С. 169-170.
- 19.Гладка М.В. Критерії вибору системи автоматизації. 81 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові

- здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 23–24 квітня 2015 р. — К.: НУХТ, 2015 р. — Ч. 2., с. 337
- 20.Гладка М.В. Використання мультиагентних систем для розподілу ресурсів на проєктні роботи. LXXI Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. — К: НТУ, 2015. с. 401-402
- 21.Гладка М.В., Шевченко К.І. Мережеві методи планування в управлінні проєктами. Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 25 листопада 2015 р. [Електронний ресурс] — К: НУХТ, 2015 р. — 166 - 167 с.
- 22.Левун А.В., Гладка М.В. Використання хмарних сервісів у системах управління проєктами. Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 25.11.2015 р. — К: НУХТ, 2015 р. — 161 с.
- 23.Гладка М., Майстренко А. Міжнародні стандарти в життєвому циклі програмного забезпечення. Програма і матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 10 – 13 квітня 2016 р. — К.: НУХТ, 2016 р. — Ч. 2. — с.
- 24.Gladka M. Use of responsibility matrix for project management. 8 th Central European Congress on Food 2016 — Food Science for Well-being (CEFood 2016): Book of Abstracts. — 23-26 May 2016. — К.: NUFT, 2016. —p. 276
- 25.Репкіна О.О., Гладка М.В. Документування, як основоположний етап життєвого циклу програмного забезпечення. Матеріали III Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-

- технічними та технологічними комплексами», 23 листопада 2016 р.– К: НУХТ, 2016 р. – 257-258
- 26.Коваль Т., Гладка М. Матеріально-технічне забезпечення ІТ-проектів. 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.293
- 27.Постолатій Р., Гладка М. Використання методу BPMN для моделювання. 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.306
- 28.Репкіна О., Гладка М. Використання JSON для розроблення мобільних і веб-сервісів. 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.308
- 29.Гладка М. Структуризація компанії в процесі автоматизації. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 22 листопада 2017 р. – К: НУХТ, 2017 р., с.249-250
- 30.Кожушко І., Гладка М. Візуалізація планування при розробленні інформаційних систем. 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2., с.324
- 31.Загоровська Л., Гладка М., Кураченко П. Використання інструменту JUnit для модульного тестування мовою Java. 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2., с.317

- 32.Гладка М.В.Управління персоналом проєкту, що розвивається, за Scrum-моделлю. LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – К.: НТУ, 2018. – 425-426с.
- 33.Гриценко А.А., Гладка М.В. Мокап у комп'ютерному проєктуванні. Матеріали V Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 22 листопада 2018. – К: НУХТ, 2018 – 301-302 с.
- 34.Гладка М.В. Зниження ризиків виконання ІТ-проєктів за рахунок розподілу між учасниками. Проблеми інформатизації: Матеріали дванадцятої міжнародної науково-технічної конференції. - Київ : ДУТ, НТУ; Полтава: ПНТУ; Катовице: КЕУ; Париж: Університет Париж VII Венсент-Сен-Дені; Вільнюс: ВДТУ; Харків: ХНДІТМ: Білорусь: БДАЗ, 2018. - с. 26-27
- 35.Гладка М.В. Особливості опису бізнес-процесу для автоматизації. Ювілейна LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Том 2 – К.: НТУ, 2019. - С. 457-458.
- 36.Гладка М.В., Гладкий Я.В. Використання Табу-пошуку для призначення виконавців на проєктні роботи. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 20.11.2019. – К: НУХТ, 2019 – 234 с.
- 37.Гладка М.В., Гладкий Я.В., Кравченко О.В. Використання методу аналізу ієрархій для вибору систем управління проєктами. VI Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та взаємодії», Київ, 20 грудня 2019 року- С. 35-42.
- 38.Gladka M., Hladkyi Y., Reducing the Risks of Completing Tasks in IT Projects Through Personalized Distribution Among Participants. 86 International

scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 2–3, 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv. p.387

- 39.Гладка М.В., Гладкий Я.В. Запровадження WIP-лімітів при управлінні роботами IT проєктів. Матер. VII Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 26.11.2020 р. – К: НУХТ, 2020. – 208-209 с.
- 40.Gladka M., Lisnevskiy R., Kostikov M. Using the Internet of Things when Introducing CRM Systems in the Banking Sector. Information Technology and Interactions (Satellite): Conference Proceedings, December 04, 2020, Kyiv, Ukraine / Taras Shevchenko National University of Kyiv and [etc]; Vitaliy Snytyuk (Editor). Kyiv: Stylos, 2020. – 335-338 p. ISBN 978-966-2399-61-5
- 41.Гладка М.В., Гладкий Я. В., Використання S-BPM в управлінні проєктами з впровадження IT-систем. Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 15–16 квітня 2021 р. – К.: НУХТ, 2021 р. – Ч.2. – 369 с.

ДОДАТОК Г СИНХРОНІЗАЦІЯ ДАНИХ

Таблиця Г.1 - Список стандартних операцій при запуску синхронізації

Подія, що викликає запис в журнал	Операція	Напрявлення	Результат	Опис
При старті синхронізації	Старт інтеграції	-	Успіх	
	Старт інтеграції	-	Помилка	Некоректні дані авторизації. Текст помилки, яку повертає метод пасивної системи.
При спробі додати записи, коли система не передала значення обов'язкових колонок.	Додавання запису об'єкта.	Імпорт	Помилка	Не вказано значення обов'язкової колонки <i>Назва обов'язкової колонки</i>
При завершенні інтеграції	Завершення інтеграції	-	Успіх	

Вимоги до інтеграції в підсистему розподілу персоналу на проєктні роботи наведено в таблиці Г.2.

Таблиця Г.2 – Імпорт {Об'єкт інтеграції}

Характеристика	Значення
Тип інтеграції	<i>{Тип інтеграції: «Offline»}</i>
Ключові поля	<i>{EmployeeID, ProjectID, WorkID, ID_Kat_Work, ID_T_kv }</i>
Спосіб синхронізації	<i>{API/Web-сервіси }</i>
Періодичність синхронізації	<i>{При зверненні до програми, виконанні функцій розподілу та призначення на проєктні роботи}</i>
Доступ на проведення синхронізації	<i>{всі користувачі модулю розподілу персоналу на проєктні роботи}</i>
Доступ на імпортовані записи	<i>{Доступ на імпортовані записи видається у відповідності налаштування прав доступу по замовчуванню, для того користувача, що виконував інтеграцію.}</i>
Правила перезапису інформації	<i>{в модулі розподілу персоналу на роботи перезаписуються всі дані, що можуть прийти з системи управління персоналом. В зворотному напрямку перезапис відбувається лише у задачах для полів виконавців проєктних робіт}</i>

Вимоги до інтеграції з підсистеми розподілу персоналу на проектні роботи наведено в таблиці ГЗ.

Таблиця Г.2 – Експорт {Об'єкт інтеграції}

Характеристика	Значення
Тип інтеграції	<i>{Тип інтеграції: «Offline»}</i>
Спосіб синхронізації	<i>{API/Web-сервіси }</i>
Доступ на проведення синхронізації	<i>{Доступ на імпортовані записи видається у відповідності налаштування прав доступу по замовчуванню, для того користувача, що виконував інтеграцію.}</i>
Правила перезапису інформації	<i>{в модулі розподілу персоналу на роботи перезаписуються всі дані, що можуть прийти з системи управління персоналом. В зворотному напрямку перезапис відбувається лише у задачах для полів виконавців проєктних робіт}</i>

Таблиця Г.3 – Приклад файлу для синхронізації даних між системами

[illegible]



ДОДАТОК Е СТРУКТУРА БАЗИ ДАНИХ

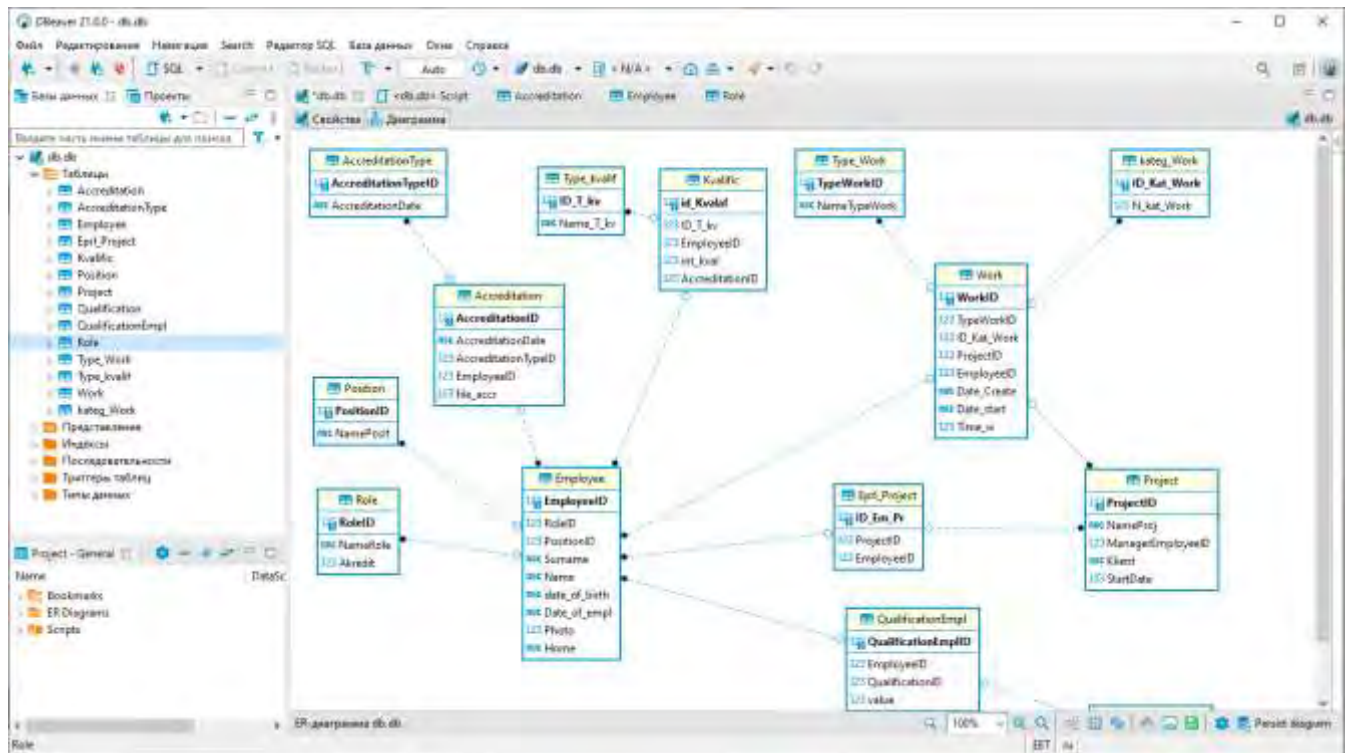


Рисунок Е.1 – Схема бази даних

Опис таблиць бази даних:

Таблиця Employee – представляє основні відомості, щодо працівника компанії, що буде підлягати отриманню певної кваліфікації в рамках проведення атестації для можливого призначення на проєктні роботи.

RoleID int NULL,
EmployeeID numeric NOT IDENTITY,
PositionID int NOT NULL,
Surname varchar(50) NULL,
Nome varchar(40) NULL,
dote_of_birth datetime NULL,
Date_of_empl datetime NULL,
Photo image NULL,
Home varchar(60) NULL

Таблиця Accreditation – містить відомості про кожну атестацію усіх виконавців підприємства.

AccreditationDate datetime NULL,
AccreditationTypeID int NULL,
AccreditationID int NOT NULL,
EmployeeID int NULL,

file_accr varbinary NULL

Таблиця AccreditationType – визначає тип акредитації (проектна, позачергова, первинна, тощо).

AccreditationDate datetime NULL,

AccreditationTypeID int NOT NULL

Таблиця kateg_Work - містить відомості про категорію складності робіт, які можуть бути створені в рамках виконання проєкту.

N_kat_Work int NULL,

ID_Kat_Work int NOT NULL

Таблиця Eprl_Project - включає в себе інформацію по робітниках, що можуть бути задіяні на роботи в рамках визначеного проєкту.

ID_Em_Pr numeric NOT NULL,

ProjectID numeric NULL,

EmployeeID numeric NULL

Таблиця Role - призначена для визначення ролі кожного члена проєктної команди, з вказівкою можливості приймати участь в акредитації.

NameRole varchar(40) NULL,

RoleID int NOT NULL,

Akredit BOOLEAN NULL

Таблиця Kvalific - призначення для фіксації значень кваліфікаційних рівнів у відповідності до кваліфікаційної сітки кожного виконавця підприємства.

ID_T_kv int NULL,

EmployeeID numeric NULL,

id_Kvalaf char(18) NOT NULL,

int_kval int NULL,

AccreditationID int NULL

Таблиця Position - містить дані про посади на підприємстві, на яких можуть працювати виконавці компанії.

NamePosit varchar(20) NULL,

PositionID numeric NOT NULL

Таблиця Project - призначена для ведення загальної інформації по проєкту, який виконує проєктна команда.

NameProj varchar(40) NULL,

ManagerEmployeeID numeric NULL,

Klient varchar(50) NULL,

ProjectID numeric NOT NULL,

StartDate smalldatetime NULL

Таблиця Qualification – призначена для фіксації кваліфікаційних рівнів персоналу.

QualificationName varchar(40) NOT NULL,

QualificationID numeric NOT NULL

Таблиця QualificationEmpl – містить відомості про зміну кваліфікації виконавця в межах проведеної акредитації.

EmployeeID int NULL,

QualificationEmplID numeric NOT NULL,

QualificationID numeric NULL,

value int NULL

Таблиця Type_kvalif – призначена для фіксації типів кваліфікаційних рівнів.

Name_T_kv varchar(60) NULL,

ID_T_kv int NOT NULL

Таблиця Type_Work – містить відомості про типи робіт, що виконуються проєктною командою в рамках проєктних робіт.

NameTypeWork varchar(20) NULL,

TypeWorkID int NOT NULL

Таблиця Work – призначена для ведення інформації про всі роботи проєкту на які можуть бути призначені працівники проєктної команди.

TypeWorkID int NULL,

ID_Kat_Work int NULL,

ProjectID numeric NULL,

WorkID int NOT NULL,

EmployeeID numeric NULL,

Date_Create datetime NULL,

Date_start datetime NULL,

Time_w int NULL

ДОДАТОК Ж ІНТЕРФЕЙС ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Project

localhost:3000

Проект

Назва: Впровадження CRM - відділ дистрибуції

Керівник: Віталій Прохоренко

Замовник: ВАТ Віяр

Дата початку: 17.05.2021

Опис:

- Аналітика та дані БД
- Формування ТЗ
- Інсталяція Сервера
- Встановлення CRM
- Налагодження БД
- Тестування та запуски
- Навчання

Документи проекту

Тип	Назва	Файл
Проектна документація	картка проекту	ВІЯР Інфографіка.vsdх
Інформаційні документи	вхідна зустріч	встреча21_02_18.tscxoj

Команда проекту

ПІБ	Роль	Зайнятість
Ірина Грачова	Бізнес-архітектор	Основна
Віталій Прохоренко	Аналітик систем ІКТ	Основна
Максим Яценко	Інженер з інтеграції	Основна
Валерія Єсенко	Розробник систем ІКТ	За сумісництвом

Рисунок Ж.1 – Форма відображення даних проєкту

The screenshot shows the 'Справочник' (Reference) window in the 'Бухгалтерия' (Accounting) application. The window displays a list of accounting entries (счетов) with columns for name, type, date, and various numerical values. The list includes entries like 'Зарплата-12', 'Зарплата-13', 'Зарплата-14', etc., with corresponding dates and values.

Рисунок Ж.5 – Форма відображення робіт проекту після розподілу нових робіт та не взятих в роботу задач

Атестація
Працівник Колосюк Віктор

Тип: Дата:

[Додати](#)

Параметр	Значення	Попереднє значення
Аналіз системних вимог	65	60
Проектування архітектури системи	15	10
Криплексування системи	25	20
Конструювання системи	47	48
Інсталяція програмних засобів програмних засобів	69	65
Тестування системи	72	72
Функціонування програмних засобів	11	5

Рисунок Ж.6 – Форма відображення даних по атестації персоналу

Виконати проектну атестацію

☒ Атестація співвідповідає проектній роботі

[Так](#) [Скасувати](#)

Рисунок Ж.7– Діалогове вікно запуску алгоритму атестації

Працівник

ПІБ: Посада: Дата призначення: Рівень:

Атестація [Додати](#)

Дата	Тип	Ініціатор	Детальніше
01.06.2019	первинна	Кравець Стефанія	Детальніше
03.09.2019	чергова	Кравець Стефанія	Детальніше
04.03.2020	чергова	Кравець Стефанія	Детальніше
17.08.2020	чергова	Кравець Константин	Детальніше
22.10.2020	проектна	Валерія Євсєнко	Детальніше
03.03.2021	початкова	Валерія Євсєнко	Детальніше

Рисунок Ж.8 – Форма відображення даних по проектній атестації персоналу

ДОДАТОК К РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ РОЗПОДІЛУ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ

Таблиця К.1 – Члени проєктної команди для реалізації тестування системи розподілу

№	Роль працівника на проєкті	Кваліфікаційний рівень працівника за функціональною областю діяльності								
		Управління розробленням системи	Проектування архітектури системи	Конструювання програмних засобів	Розробка програмного коду	Комплексування системи	Написання та супровід коду	Функціонування програмних засобів	Кваліфікаційне тестування системи	...
1	Аналітик даних1	4	3	2		1		1	3	
2	Аналітик ПЗ1	2	2	4	1			2	3	
3	Розробник ПЗ1	1	1	1	4	3	4	3	2	
4	Розробник ПЗ2			2	3	3	4	4	3	
5	Розробник ПЗ 3			1	4	4	4	3	2	
6	Консультант з ІКТ	2	2	2	2		1	3	3	
7	Інженер з інтеграції1	2	3	3	4	3	4	4	4	
8	Інженер з інтеграції2	1	2	3	3	3	3	3	3	
9	Тестувальник ПЗ	1	1			1		2	4	

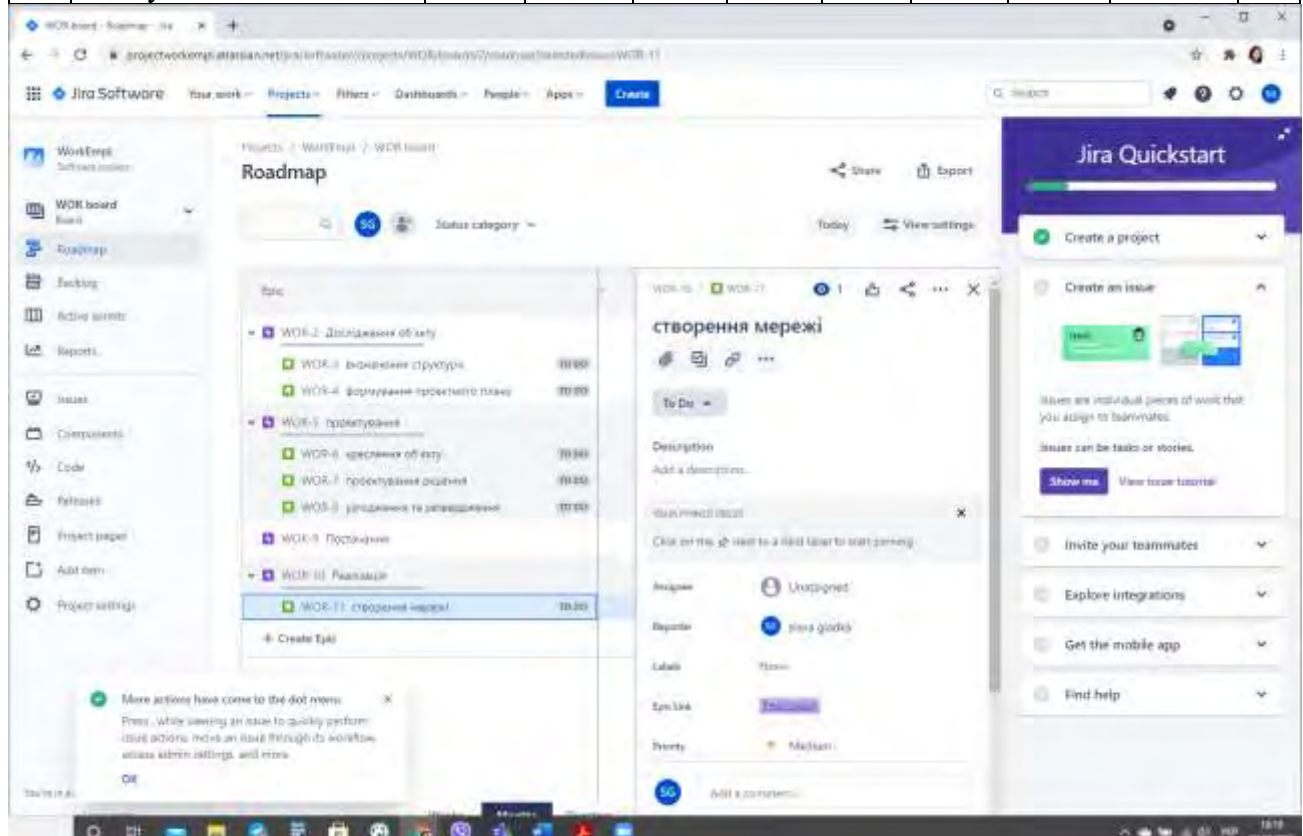


Рисунок К.1 – Представлення робіт в системі Atlassian Jira

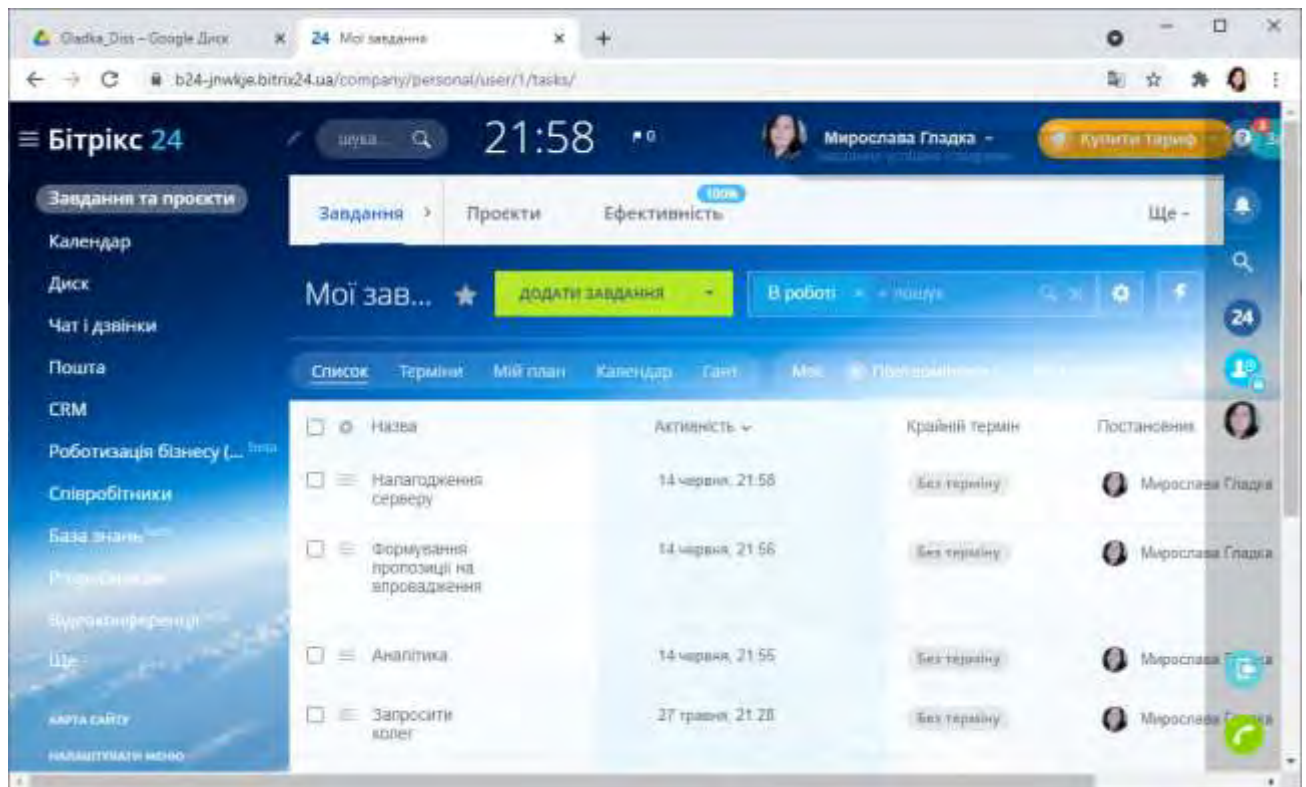


Рисунок К.2 – Представлення робіт в системі Bitrix24

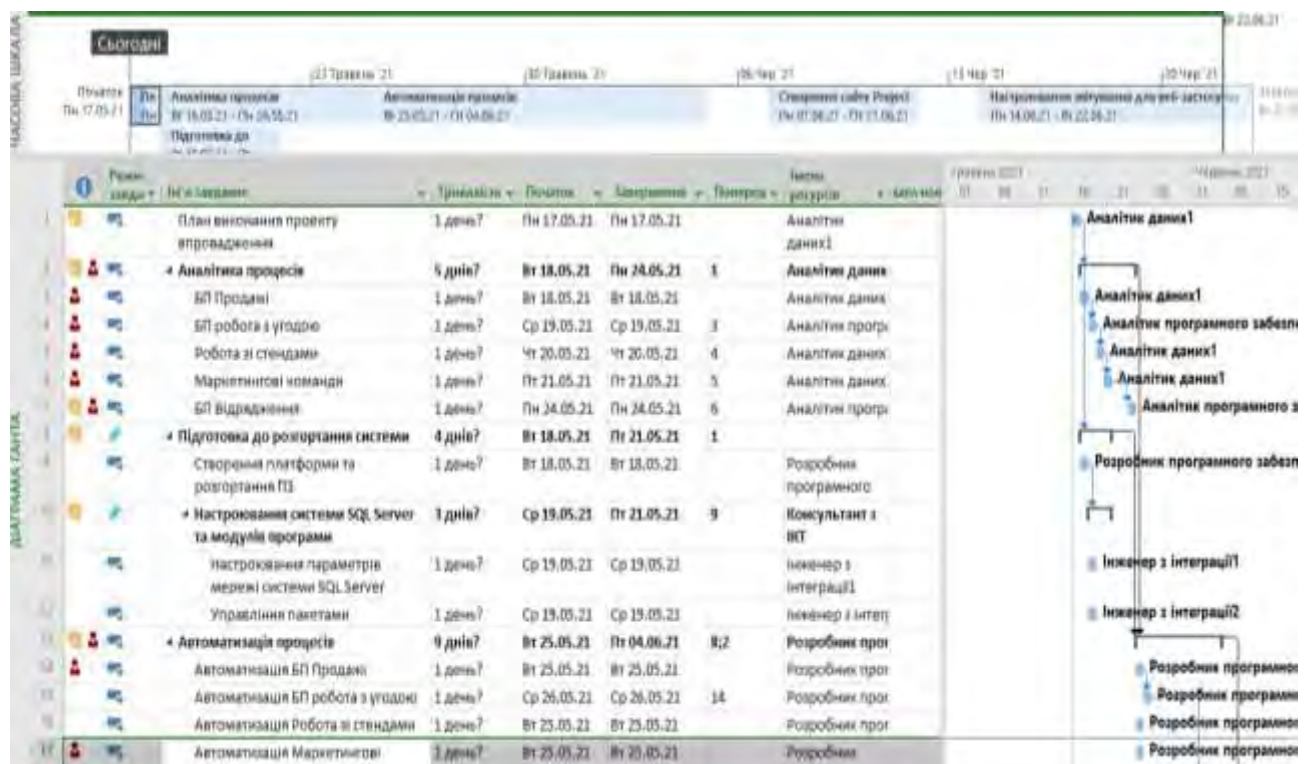


Рисунок К.3 – Представлення робіт в системі Microsoft Project

ДОДАТОК Л ЧАСТИНИ ПРОГРАМНОГО КОДУ

Оголошення підпрограм:

```
export const countProjectEmployees = (projectId:
number) => {
  const allEmployeesByProjectId = retrieveEmpl
oyeesFromDataBaseById(projectId) // [id1, id2,]
  const M = [...allEmployeesByProjectId.keys()] /
/[0, 1, 2, ...]
  const allEmployeesWorksWithinProject = retrie
veAllEmployeesWorksWithinProjectFromDataBas
e(allEmployeesByProjectId, projectId)
  const allEmployeesWorksAnyProject = retrieve
AllEmployeesWorksAnyProjectFromDataBase(all
EmployeesByProjectId)
  const sortedProjectWorksByPriority = sortWor
ksByPriority(allEmployeesWorksWithinProject)
  const mappedEmployeesToEachWork = mapEm
ployeesToEachWork(sortedProjectWorksByPriorit
y, allEmployeesByProjectId) // [work1 = {emp1, e
mp2, ... }, work2 = {emp1, emp3, ...} .]
  const mappedEmployeesToEachRole = mapEm
ployeesToEachRole(allEmployeesByProjectId) // [
role1 = {emp1, emp2, ... }, rol2 = {emp1, emp3, ...
} .]
  const F = mappedEmployeesToEachRole
  const P = mappedEmployeesToEachWork
  const Vr = calculateEmployeesSubsets(F, P, all
EmployeesByProjectId)
Звертаємось до підпрограм при обчисленні
варіантів призначень працівників на проєктні
роботи:
  for (let j=0; j<F.length; j++) {
    const yFM = calculateVectorOfWorksByRole
(F, M, j)
    const yPM = calculateVectorOfWorks(P, M, j
)
    generate y(F, M, j)
    while (yPM && yFM) {
      NE1(F[j], yPM[j])
      NE2(M.splice(j, 1), ui)
    }
  }
}
```

Визначення можливого призначення
робітників в рамках підмножин
функціональних робіт з врахування
перспективного вибору інших працівників:

```
export const NE2 = (Mi: any, ui: any): any => {
  const yM: any = []
  for (let i=0; i < A(Mi).length; i++) {
    const yMi = A(Mi)[i]

    for (const j of Mi) {
      for (const yj of A(j)) {
```

```
if (
  f(yMi, ui(yMi))
  >=
  f(yMi - yj, ui(yMi - yj))
) yM.push(yMi)
}
}
return yM;
Формування призначень працівників, з
врахуванням залучення їх на майбутні роботи:
export const NE1 = (Fi: any, yPi: any): any => {
  const yf: any = []
  for (let i=0; i < A(Fi).length - 1; i++) {
    const yFi = A(Fi)[i]
    const yFiPlus1 = A(Fi)[i+1]
    for (const j of Fi) {
      for (const yj of A(j)) {
        if (
          f(yFi, yPi, psi(NE1(M[i], yFiPlus1)))
          >=
          f(yFi, yFi - yPi, psi(NE1(M[i], yFi - y
Pi)))
        ) yf.push(yFi)
      }
    }
  }
  return yf;
import Home from "../components/Home/Home";

const home: React.FC = () => {
  return (
    <div className="home-page">
      <Home />
    </div>
  );
};
export default home;
головна сторінка проєкту
import { ChangeEvent, useEffect, useRef, useState
} from "react";
import axios from "axios";
import "../Home.scss";
const Home: React.FC = () => {
  const [leader, setLeader] = useState("");
  const [client, setClient] = useState("");
  const [leaders, setLeaders] = useState();
  const [docs, setDocs] = useState([
    {
      type: "",
      name: "",
      file: "",
    },
  ],
```

```

]);
const [projectTeam, setProjectTeam] = useState(
[
  {
    name: "",
    role: "",
    employment: "",
  },
]);
const [positions, setPositions] = useState<string
[]>();

const handleLeaderChange = (e: ChangeEvent)
=> {
  setLeader((e.target as HTMLSelectElement).valu
ue);
};

const handleClientChange = (e: ChangeEvent) =
> {
  setClient((e.target as HTMLSelectElement).valu
e);
};

const handleFileChange = (e: ChangeEvent, idx:
number) => {
  const files = (e.target as HTMLInputElement).fi
les;
  docs[idx].file = files ? files[0].name : "";
  setDocs([...docs]);
};

const handleTypeChange = (e: ChangeEvent, idx
: number) => {
  docs[idx].type = (e.target as HTMLSelectEleme
nt).value;
  setDocs([...docs]);
};

const handleRoleChange = (e: ChangeEvent, idx
: number) => {
  projectTeam[idx].role = (e.target as HTMLSele
ctElement).value;
  setProjectTeam([...projectTeam]);
};

const handleEmploymentChange = (e: ChangeEv
ent, idx: number) => {
  projectTeam[idx].employment = (e.target as HT
MLSelectElement).value;
  setProjectTeam([...projectTeam]);
};

const removeDocsRow = (idx: number) => {
  setDocs(docs.filter((el, i) => i !== idx));
};

const removeProjectTeamRow = (idx: number) =
> {
  setProjectTeam(projectTeam.filter((el, i) => i !
== idx));

```

```

};
useEffect(() => {
  fetchAcc();
  fetchPositions();
  fetchEmployee();
}, []);
const fetchAcc = async () => {
  axios
    .get("http://localhost:4001/acc/all")
    .then((response) => {
      // Update the books state
      console.log(response.data);
    })
    .catch((error) =>
      console.error(`There was an error retrieving
the book list: ${error}`)
    );
};
const fetchPositions = async () => {
  axios
    .get("http://localhost:4001/position/all")
    .then((response) => {
      setPositions(response.data.map((pos: any) =
> pos.NamePosit));
    })
    .catch((error) =>
      console.error(`There was an error retrieving
the book list: ${error}`)
    );
};
const fetchEmployee = async () => {
  axios
    .get("http://localhost:4001/employee/all")
    .then((response) => {
      // Update the books state
      setLeaders(response.data.map((leader: any)
=> leader.Name + " " + leader.Surname));
    })
    .catch((error) =>
      console.error(`There was an error retrieving
the book list: ${error}`)
    );
};
const addDocsRow = () => {
  setDocs([
    ...docs,
    {
      type: "",
      name: "",
      file: "",
    },
  ]);
};
const addProjectTeamRow = () => {
  setProjectTeam([
    ...projectTeam,
    {

```



```

    name: "",
    role: "",
    employment: "",
  },
]);
};
return (
  <div className="home container">
    <h1>Проекти</h1>
    <form>
      <div className="form-row-flex">
        <div className="name">
          <label className="form-label">Назва</label>
          <input type="text" name="name" id="name" className="form-control" />
        </div>
        <div className="leader">
          <label className="form-label">Керівник</label>
          <select className="custom-select" onChange={handleLeaderChange}>
            <option value="" hidden>
              Оберіть керівника
            </option>
            {(leaders || []).map((el: any) => (
              <option key={el} value={el}>
                {el}
              </option>
            ))}
          </select>
        </div>
      </div>
      <div className="form-row-flex">
        <div className="client">
          <label className="form-label">Замовник</label>
          <select className="custom-select" onChange={handleClientChange}>
            <option value="" hidden>
              Оберіть замовника
            </option>
            {[ "Замовник 1", "Замовник 2" ].map((el)
              => (
                <option key={el} value={el}>
                  {el}
                </option>
              ))}
          </select>
        </div>
        <div className="date">
          <label className="form-label">Дата початку</label>
          <div>
            <input className="form-control" type="date" name="date" />
          </div>
        </div>
      </div>
    </form>
  </div>
</div>
</div>
<div className="form-row description">
  <label>Опис</label>
  <textarea className="form-control" name="description" />
</div>
<div className="docs">
  <div className="d-flex justify-content-between align-items-center">
    <label>Документи проекту</label>
    <button className="btn" type="button" onClick={addDocsRow}>
      Додати
    </button>
  </div>
  <table className="table table-striped">
    <thead>
      <tr>
        <th className="type">Тип</th>
        <th className="filename">Назва</th>
        <th className="file">Файл</th>
        <th className="remove"></th>
      </tr>
    </thead>
    <tbody>
      {docs.map((row, idx) => (
        <tr key={idx}>
          <td>
            <select
              className="custom-select"
              value={row.type}
              name="row"
              id="row"
              onChange={(e) => handleTypeChange(e, idx)}
            >
              <option value="" hidden>
                Оберіть тип
              </option>
              <option value="1">Тип 1</option>
              <option value="2">Тип 2</option>
            </select>
          </td>
          <td>
            <input type="text" className="form-control" />
          </td>
          <td>
            <div className="custom-file">
              <input
                type="file"
                className="custom-file-input"
                id="file"
                name="filename"
              />
            </div>
          </td>
          <td>
            <button type="button" class="btn btn-danger" onClick={removeDoc}>
              Видалити
            </button>
          </td>
        </tr>
      ))}
    </tbody>
  </table>
</div>

```

```

        onChange={e => handleFileChange(e, idx)}
      />
      <label className="custom-file-label">{row.file}</label>
    </div>
  </td>
  <td className="remove-icon">
    <div className="icon" onClick={
      => removeDocsRow(idx)} />
  </td>
</tr>
))}
</tbody>
</table>
</div>
<div className="project-team">
  <div className="d-flex justify-content-between align-items-center">
    <label>Команда проекту</label>
    <button className="btn" type="button" onClick={addProjectTeamRow}>
      Додати
    </button>
  </div>
  <table className="table table-striped">
    <thead>
      <tr>
        <th className="name">ПІБ</th>
        <th className="role">Роль</th>
        <th className="employment">Зайнятість</th>
        <th className="remove"></th>
      </tr>
    </thead>
    <tbody>
      {projectTeam.map((row, idx) => (
        <tr key={idx}>
          <td>
            <select className="custom-select" onChange={handleLeaderChange}>
              {(leaders || []).map((el: any) => (
                <option key={el} value={el}>
                  {el}
                </option>
              ))}
            </select>
          </td>
          <td>
            <select
              className="custom-select"
              value={row.role}
              name="row"
              id="row"
              onChange={e => handleRoleChange(e, idx)}
            >

```

```

        <option value="" hidden>
          Оберіть тип
        </option>
        {positions?.map((pos) => (
          <option value={pos}>{pos}</option>
        ))}
      </select>
    </td>
    <td>
      <select
        className="custom-select"
        value={row.employment}
        name="row"
        id="row"
        onChange={e => handleEmploymentChange(e, idx)}
      >
        <option value="" hidden>
          Оберіть тип
        </option>
        <option value="1">Type1</option>
        <option value="2">Type2</option>
      </select>
    </td>
    <td className="remove-icon">
      <div
        className="icon"
        onClick={() => removeProjectTeamRow(idx)}
      />
    </td>
  </tr>
))}
</tbody>
</table>
</div>
</form>
</div>
);
};
export default Home;
// виображення проєктних робіт
import { ChangeEvent, useEffect, useState } from "react";
import "../ProjectWorks.scss";
import { IProjectWorkRow } from "../Types";
import { FunnelFill } from 'react-bootstrap-icons';
import Modal from "../ModalWindow/Modal";
import axios from "axios";
import { createPortal } from "react-dom";
const ExecutorStatuses = [
  "R - Responsible",
  "A - Approval",
  "S - Support",
  "C - Consulted",
  "I - Information"

```

```

]
const ProjectWorks: React.FC = () => {
  const [distModalOpen, setDistModalOpen] = useS
  tate(false);
  const [atestModalOpen, setAtestModalOpen] = u
  seState(false);

  const [allExecutors, setAllExecutors] = useState(
  );
  const [cats, setCats] = useState();
  const [types, setTypes] = useState();

  const [works, setWorks] = useState<IProjectWor
  kRow[]>([
    {
      name: "",
      cat: "",
      duration: "",
      executor: "",
      executorStatus: "",
      status: "",
    },
  ]);
  const [executorStatus, setExecutorStatus] = useS
  tate()
  const addWorkRow = () => {
    setWorks([
      ...works,
      {
        name: "",
        cat: "",
        duration: "",
        executor: "",
        status: "",
      },
    ]);
  };
  const handleFieldChange = (e: ChangeEvent, id
  x: number, key: string) => {
    works[idx][key] = (e.target as HTMLSelectEle
    ment).value;
    setWorks([...works]);
  };
  const removeWorkRow = (idx: number) => {
    setWorks(works.filter((el, i) => i !== idx));
  };
  useEffect(() => {
    axios
      .get("http://localhost:4001/work/cats")
      .then((response) => {
        // Update the books state
        setCats(response.data.map((cat: any) => cat.
        N_kat_Work));
      })
      .catch((error) =>
        console.error(`There was an error retrieving
        the book list: ${error}`)
      );

```

```

    );
    axios
      .get("http://localhost:4001/employee/all")
      .then((response) => {
        // Update the books state
        setAllExecutors(response.data.map((el: any)
        => el.Name + " " + el.Surname));
      })
      .catch((error) =>
        console.error(`There was an error retrieving
        the book list: ${error}`)
      );
    axios
      .get("http://localhost:4001/work/types")
      .then((response) => {
        // Update the books state
        setTypes(response.data.map((el: any) => el.
        NameTypeWork));
      })
      .catch((error) =>
        console.error(`There was an error retrieving
        the book list: ${error}`)
      );
  }, [])
  return (
    <div className="project-works">
      <h1>Назва проєкту: Впровадження CRM у
      відділ по роботі з клієнтами</h1>
      <form>
        <div className="project-works-rows">
          <div className="d-flex justify-content-
          between align-items-space-beetween">
            <label>Роботи проєкту</label>
            <div className="d-flex justify-content-
            between align-items-center">
              <button className="btn btn-
              primary mr-
              3" onClick={() => setAtestModalOpen(true)} type
              ="button">
                Проєктна атестація
              </button>
              <button className="btn btn-
              primary mr-
              3" onClick={() => setDistModalOpen(true)} type
              ="button">
                Виконати розподіл
              </button>
            </div>
          </div>
          <div>
            <div>
              Додати
            </div>
          </div>
        </div>
        <div className="table-overflow">
          <table className="table table-
          striped table-responsive">

```

```

<thead>
  <tr>
    <th className="name">Назва</th>
    <th className="cat">Категорія</th>
  </tr>
  <tr>
    <th className="datepost">Дата постановки</th>
    <th className="timeplan">Час планування</th>
    <th className="timefact">Час фактичний</th>
    <th className="executor">Виконавець</th>
    <th className="executorstatus">Статус виконавця</th>
    <th className="datestart">Дата старту</th>
    <th className="status">Статус</th>
    <th className="prevwork">Попередня робота</th>
    <th className="nextwork">Наступна робота</th>
    <th className="remove"><FunnelFilter /></th>
  </tr>
</thead>
<tbody>
  {works.map((row, idx) => (
    <tr key={idx}>
      <td>
        <input type="text" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <select
          className="custom-select"
          value={row.cat}
          name="row"
          id="row"
          onChange={e => handleFieldChange(e, idx, "cat")}
        >
          <option value="" hidden>
            Оберіть категорію
          </option>
          {(cats || []).map((el: any) => (
            <option key={el} value={el}>
              {el}
            </option>
          ))}
        </select>
      </td>
      <td>
        <input type="datetime-local" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="datetime-local" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-control" />
      </td>
    </tr>
  ))}
</tbody>

```

```

        <input type="time" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="time" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <select
          className="custom-select"
          value={row.executor}
          name="row"
          id="row"
          onChange={e => handleFieldChange(e, idx, "executor")}
        >
          <option value="" hidden>
            Оберіть виконавця
          </option>
          {(allExecutors || []).map((el: any) => (
            <option key={el} value={el}>
              {el}
            </option>
          ))}
        </select>
      </td>
      <td>
        <select
          className="custom-select"
          value={row.executorStatus}
          name="row"
          id="row"
          onChange={e => handleFieldChange(e, idx, "executorStatus")}
        >
          <option value="" hidden>
            Оберіть статус виконавця
          </option>
          {(ExecutorStatuses || []).map((el: any) => (
            <option key={el} value={el}>
              {el}
            </option>
          ))}
        </select>
      </td>
      <td>
        <input type="datetime-local" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <input type="datetime-local" className="form-control" />
      </td>
      <td>
        <select
          className="custom-select"
          value={row.status}
          name="row"
          id="row"
          onChange={e => handleFieldChange(e, idx, "status")}
        >
          <option value="" hidden>
            Оберіть статус
          </option>
          {(Statuses || []).map((el: any) => (
            <option key={el} value={el}>
              {el}
            </option>
          ))}
        </select>
      </td>
    </tr>
  ))}
</tbody>

```

```

    >
    <option value="" hidden>
      Оберіть статус
    </option>
    {(types || []).map((el: any) => (
      <option key={el} value={el}>
        {el}
      </option>
    ))}
  </select>
</td>
<td>
  <input type="text" className="for
m-control" />
</td>
<td>
  <input type="text" className="for
m-control" />
</td>
<td className="remove-icon">
  <div className="icon" onClick={()
=> removeWorkRow(idx)} />
</td>
</tr>
)}}
</tbody>
</table>
</div>
</div>
</form>
{distModalOpen && createPortal(
  <Modal>
    <div className="modal-content">
      <h1>Виконати розподіл задач між учас
никами проєктної команди</h1>
      <div className="form-check">
        <input className="form-check-
input" type="checkbox" value="" id="flexCheckD
efault" />
        <label className="form-check-
label" htmlFor="flexCheckDefault">
          <p className="h5">Обрати розподіл
ені задачі, що не взяті в роботу</p>
        </label>
      </div>
      <div className="d-flex mt-5">
        <button className="btn btn-
primary mr-5 btn-
lg" type="button" onClick={() => setDistModalO
pen(false)}>
          Так
        </button>
        <button className="btn btn-
secondary btn-
lg" type="button" onClick={() => setDistModalO
pen(false)}>
          Скасувати

```

```

    </button>
  </div>
</div>
</Modal>,
  document.getElementById('root') as HTMLEl
ement
)}
{atestModalOpen && createPortal(
  <Modal>
    <div className="modal-content">
      <h1>Виконати проєктну атестацію</
h1>
      <div className="form-check">
        <input className="form-check-
input" type="checkbox" value="" id="flexCheckD
efault" />
        <label className="form-check-
label" htmlFor="flexCheckDefault">
          <p className="h5">Атестувати снів
виконавців проєктних робіт</p>
        </label>
      </div>
      <div className="d-flex mt-5">
        <button className="btn btn-
primary mr-5 btn-
lg" type="button" onClick={() => setAtestModal
Open(false)}>
          Так
        </button>
        <button className="btn btn-
secondary btn-
lg" type="button" onClick={() => setAtestModal
Open(false)}>
          Скасувати
      </div>
    </div>
  </Modal>,
  document.getElementById('root') as HTMLEl
ement
)}
</div>
);
};
export default ProjectWorks;
робітники
import { useState } from "react";
import "./Worker.scss"
import { BoxArrowUpRight } from "react-
bootstrap-icons";
const Worker: React.FC = () => {
  const [certifications, setCertifications] = useStat
e([0, 1]);
  return <div className="worker">
    <h1>Працівник</h1>
    <div className="main-info d-flex justify-
content-between align-items-space-beetween">

```

```

<div className="form-group mr-5">
  <label>ПІБ</label>
  <input type="text" value="ПІБ Робітника"
className="form-control" id="pib"/>
</div>
<div className="form-group">
  <label>Посада</label>
  <input type="password" className="form-
control"/>
</div>
<div className="form-group">
  <label>Дата працевлаштування</label>
  <input type="date" className="form-
control"/>
</div>
<div className="form-group">
  <label>Рівень</label>
  <select className="form-control" aria-
readonly>
    <option value="1">Junior</option>
    <option value="2">Middle</option>
    <option value="3">Senior</option>
  </select>
</div>
</div>
<div className="table-header d-flex justify-
content-between align-items-end">
  <label className="h3 mt-
5">Амесація</label>
  <button className="btn btn-
primary" type="button" onClick={() => setCertifi-
cations([...certifications, certifications.length])}>
    Додати
  </button>
</div>
<table className="table table-striped">
  <thead>
    <tr>
      <th scope="col">Дата</th>
      <th scope="col">Тун</th>
      <th scope="col">Ініціалізація</th>
      <th scope="col"></th>
    </tr>
  </thead>
  <tbody>
    {certifications.map((el, idx) => <tr key={idx}>
      <td>
        <input type="date" className="form-
control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-
control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-
control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-
control" />
      </td>
    </tr>
  </tbody>
</table>

```

```

</td>
</td>
<button className="form-control">
  Детальніше
  <BoxArrowUpRight className="ml-
1 mt-n1"/>
</button>
</td>
</tr>}&}
</tbody>
</table>
</div>
}
export default Worker;
акредитація працівників
import { useEffect, useState } from "react";
import "./WorkerCertification.scss"
import axios from "axios";
import { BoxArrowUpRight } from "react-
bootstrap-icons";
const WorkerCertification: React.FC = () => {
  const [rows, setRows] = useState([0, 1]);
  const [cats, setCats] = useState();
  useEffect(() => {
    axios
      .get("http://localhost:4001/work/cats")
      .then((response) => {
        // Update the books state
        setCats(response.data.map((cat: any) => cat.
N_kat_Work));
      })
      .catch((error) =>
        console.error('There was an error retrieving
the book list: ${error}')
      );
  });
  return <div className="worker-certification">
    <h1>Амесація</h1>
    <h2>Працівник Колосюк Віктор</h2>
    <div className="main-info d-flex align-items-
space-between">
      <div className="form-group mr-5">
        <label>Тун</label>
        <input type="text" className="form-
control" id="pib"/>
      </div>
      <div className="form-group">
        <label>Дата</label>
        <input type="date" className="form-
control"/>
      </div>
      <div>
        <div className="table-header d-flex justify-
content-between align-items-end">
          <label className="h3 mt-5"></label>

```

```

    <button className="btn btn-
primary" type="button" onClick={() => setRows(
[...rows, rows.length])}>
    Додати
  </button>
</div>
<table className="table table-striped">
  <thead>
    <tr>
      <th scope="col" className="parameter">
Параметр</th>
      <th scope="col">Значення</th>
      <th scope="col">Попереднє значення</th>
    </tr>
  </thead>
  <tbody>
    {rows.map((el, idx) => <tr key={idx}>
      <td>
        <select className="form-control">
          {(cats || []).map((el: any) => (
            <option key={el} value={el}>
              {el}
            </option>
          ))}
        </select>
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-
control" />
      </td>
      <td>
        <input type="text" className="form-
control" />
      </td>
    </tr>)}
  </tbody>
</table>
</div>
}
export default WorkerCertification;
призначення працівників
export const NE1 = (Fi: any, yPi: any): any => {
  const yf: any = []
  for (let i=0; i < A(Fi).length - 1; i++) {
    const yFi = A(Fi)[i]
    const yFiPlus1 = A(Fi)[i+1]
    for (const j of Fi) {
      for (const yj of A(j)) {
        if (
          f(yFi, yPi, psi(NE1(M[i], yFiPlus1)))
          >=
          f(yFi, yFi - yPi, psi(NE1(M[i], yFi - y
Pi)))
        ) yf.push(yFi)
      }
    }
  }
}

```

```

    return yf;
  }
export const NE2 = (Mi: any, ui: any): any => {
  const yM: any = []
  for (let i=0; i < A(Mi).length; i++) {
    const yMi = A(Mi)[i]
    for (const j of Mi) {
      for (const yj of A(j)) {
        if (
          f(yMi, ui(yMi))
          >=
          f(yMi - yj, ui(yMi - yj))
        ) yM.push(yMi)
      }
    }
  }
  return yM;
}
export const countProjectEmployees = (projectId:
number) => {
  const allEmployeesByProjectId = retrieveEmplo
eesFromDataBaseById(projectId) // [id1, id2, ...]
  const M = [...allEmployeesByProjectId.keys()] /
/ [0, 1, 2, ...]
  const allEmployeesWorksWithinProject = retrie
veAllEmployeesWorksWithinProjectFromDataBas
e(allEmployeesByProjectId, projectId)
  const allEmployeesWorksAnyProject = retrieve
AllEmployeesWorksAnyProjectFromDataBase(all
EmployeesByProjectId)
  const sortedProjectWorksByPriority = sortWor
ksByPriority(allEmployeesWorksWithinProject)
  const mappedEmployeesToEachWork = mapEm
ployeesToEachWork(sortedProjectWorksByPriorit
y, allEmployeesByProjectId) // [work1 = {emp1, e
mp2, ... }, work2 = {emp1, emp3, ... },]
  const mappedEmployeesToEachRole = mapEm
ployeesToEachRole(allEmployeesByProjectId) // [
role1 = {emp1, emp2, ... }, role2 = {emp1, emp3, ...
},]
  const F = mappedEmployeesToEachRole
  const P = mappedEmployeesToEachWork
  const Vr = calculateEmployeesSubsets(F, P, all
EmployeesByProjectId)
  for (let j=0; j<F.length; j++) {
    const yFM = calculateVectorOfWorksByRole
(F, M, j)
    const yPM = calculateVectorOfWorks(P, M, j)
    generate_y(F, M, j)
    while (yPM && yFM) {
      NE1(F[j], yPM[j])
      NE2(M.splice(j, 1), ui)
    }
  }
}
}

```