

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГЛАДКА МИРОСЛАВА ВІКТОРІВНА



УДК 005.95:004.9

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

05.13.22 – Управління проєктами та програмами

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Робота виконана на кафедрі інформаційних систем та технологій Київському національному університеті імені Тараса Шевченка Міністерства освіти і науки України, м. Київ

Науковий керівник:

доктор технічних наук, доцент,
Колесніков Олексій Євгенович,
Київський національний університет імені Тараса
Шевченка Міністерства освіти і науки України,
м. Київ,
доцент кафедри інформаційних систем та
технологій

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, доцент
Веренич Олена Володимирівна
Київський національний університет будівництва
та архітектури Міністерства освіти і науки
України, м. Київ,
професор кафедри управління проектами

кандидат технічних наук, доцент
Харченко Анна Миколаївна
Національний транспортний університет
Міністерства освіти і науки України, м. Київ,
доцент кафедри транспортного будівництва та
управління майном

Захист відбудеться «29» вересня 2021 р. о 11:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.01 у Національному транспортному університеті за адресою: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, ауд. 333.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, м. Київ, вул. М. Бойчука, 42.

Автореферат розісланий «27» серпня 2021 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 26.059.01

Кандидат технічних наук, професор



.О.І. Мельниченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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 різних рівнів: від junior до senior, що вимагає створення таких умов та правил, які будуть виконувати коректний розподіл та залучати виконавців 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 формування 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 трудового ресурсу, його індивідуальних особливостей, а враховує лише роль в проєкті. Тому має місце розвиток додаткового функціоналу з автоматизованого розподілу виконавців, що дозволить врахувати його кваліфікацію. А за рахунок аналізу якості реалізації проєктних робіт формувати значення показників кваліфікації трудових ресурсів.

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

Теоретичні та прикладні аспекти вирішення цих задач управління персоналом 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-проєктами. 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 лише 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 виконавців 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 трудових ресурсів 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

проектної команди, моделі розподілу трудових ресурсів на задачі проекту, методи оцінки результативності роботи персоналу. Зокрема в роботі використані такі методи дослідження: методи теорії множин (формування та аналіз структури проектних команд), метод експертних оцінок (оцінки залучення трудових ресурсів в команду проекту), метод аналізу ієрархій (вибір систем управління проектами), методи математичного моделювання (проведення розподілу виконавців на задачі проекту), методи оцінки експертних даних, системний аналіз (проведення проектної атестації).

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

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

- розроблено метод розподілу трудових ресурсів на проектні 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 проектних задач;

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

Удосконалено:

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

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

Одержали подальший розвиток:

- модель RASCI для відслідковування залучення на проектні роботи не лише трудових ресурсів, які є відповідальними за виконання проектних задач, а й співвиконавців та консультантів, що забезпечить можливість моніторингу залучення усіх виконавців на реалізацію проекту, а також їх включення в проектну атестацію;

- метод аналізу ієрархій для вибору системи управління проектами, 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 проектних 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 розробкою та 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, 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: «Information Technology and Interactions» (2020), «Інформаційні технології та взаємодії» (2019); «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» (2013 -2021); «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовий

промисловості» (2014); «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами» (2014, 2015, 2017 - 2020); 8 th Central European Congress on Food (2016); «Проблеми інформатизації» (2018) та інші.

Публікації.

За результатами дослідження опублікована 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.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету, завдання і методи дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, наведено загальну характеристику дисертаційної роботи.

У **першому** розділі розглянуто теоретичні засади в напрямку проектного управління, стандартів та методик в українській та світовій практиках. Акценти в дослідженні були розставлені в напрямку управління проектами 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 проектною команди. Виділено основні фази проектного управління, на основі яких формується план проєкту та виконується підбір проектною команди. Визначено особливості управління проектами 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. Виділено особливості функціонування та управління проектами ІТ в умовах невизначеності - «fuzzy front end» методології розробки програмних продуктів,

з виділеними фазами «pre-development», «pre-project activities», або «pre-phase 0».

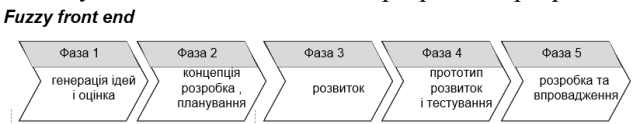


Рисунок 1 – Процес розробки автоматизованої системи (проєкту)

Проаналізовано особливості формування

проектної команди в залежності від структурного розподілу, вимог проєкту, планування робіт та відхилень, часу виконання робіт, пріоретизації робіт, керування змінами. Визначено основні проблеми в командному управлінні в реалізації ІТ-проєктів. Доведено необхідність постійного моніторингу кваліфікації персоналу, для залучення на виконання проєктних задач у відповідності до рівня кваліфікації.

Виділено професійні стандарти в ІТ галузі на основі яких формується рамка кваліфікації трудових ресурсів, що можуть залучатись на виконання робіт в кожній фазі ЖЦ ІТ-проектів, у відповідності до компетенцій ІКТ. Сформовано рамку рівнів кваліфікації фахівців, що залежить від ролі учасника в проектній команді, з мінімальним рівнем кваліфікації, для можливого залучення на відповідні проектні роботи. представлено проблеми, що виникають при управлінні командою проекту, запропоновані методи попередження, вирішення та уникнення проблем. Визначено напрямки, за якими кваліфікуються роботи в ІТ-проектах.

Проаналізовано перспективи розвитку напрямку автоматизації розподілу трудових ресурсів на проектні роботи та поставлено завдання розробки інформаційної підсистеми автоматизованого розподілу трудових ресурсів, що дозволить вирішити питання командного управління в ІТ-проектах.

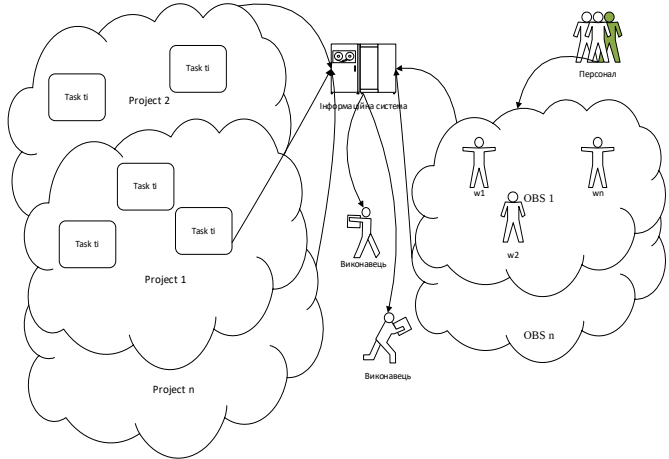


Рисунок 2 – Задача, що постає перед інформаційною системою

У **другому** розділі представлено розробку методів та моделей формування проектної команди, враховано особливості роботи ІТ-компаній, що мають обмежений ресурс у відповідності до ролі та наявних функціональних компетенцій трудових ресурсів. Доведено взаємозалежність функціонального підбору в залежності від робочої структури (WBS) та організаційної структуру проекту (OBS).

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

Таблиця 1 – Матриця компетенцій K

A \ f	f ₁	f ₂	...	f _j	...	f _m
F						
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}

Таблиця 2 – Матриця характеристик R

A \ f	f ₁	f ₂	...	f _j	...	f _m
F						
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 проекту описується за допомогою множини $A' = \{a_1, \dots, a_n\}$, де

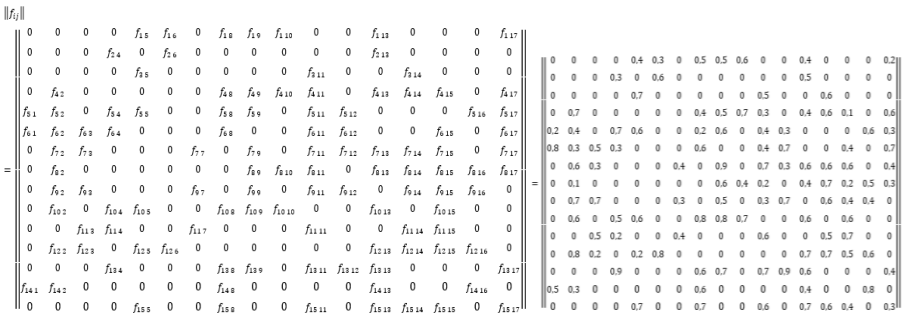
$$a_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}; i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Якщо значення $k_i > 0, i=1, \dots, n$, то 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.

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 проекту:

$$b = \sum_{j=1}^n \{a_i \cup (rk_i \exists \max(F_i))\} \quad (2)$$

Виконано підбір членів проектної команди на основі 20 учасників, що можуть залучатись на виконання 17 проектних функціональних задач. Представлено алгоритм формування розміру проектної команди, що базується на оцінках вартості розробки кожної окремої функціональної задачі проекту, організації комунікацій, реалізації продукту. Для функціонального призначення проектної команди представлено когнітивну карту залежностей проектних задач. За допомогою Марківського ланцюга компетентнісних характеристик представлених членів проектної команди спрогнозовано варіанти залучення учасників до проектної команди.



Значення перехідних ймовірностей f_{ij} розраховано за допомогою експертних методів. Для представлених даних у матриці перехідних ймовірностей, для заданих функціональних задач проекту, при відповідних значеннях щодо значень кваліфікаційних характеристик кожного члена проектної команди на початку розподілу задач проекту, знаходимо ймовірності станів $f_{1k}, f_{2k}, \dots, f_{15k}$ після будь-якого k -го кроку. За результатами

Рисунок 3 – Графік зміни ймовірностей

модельовання станів системи для представленої матриці умовних перехідних ймовірностей побудовано графік зміни ймовірностей.

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

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

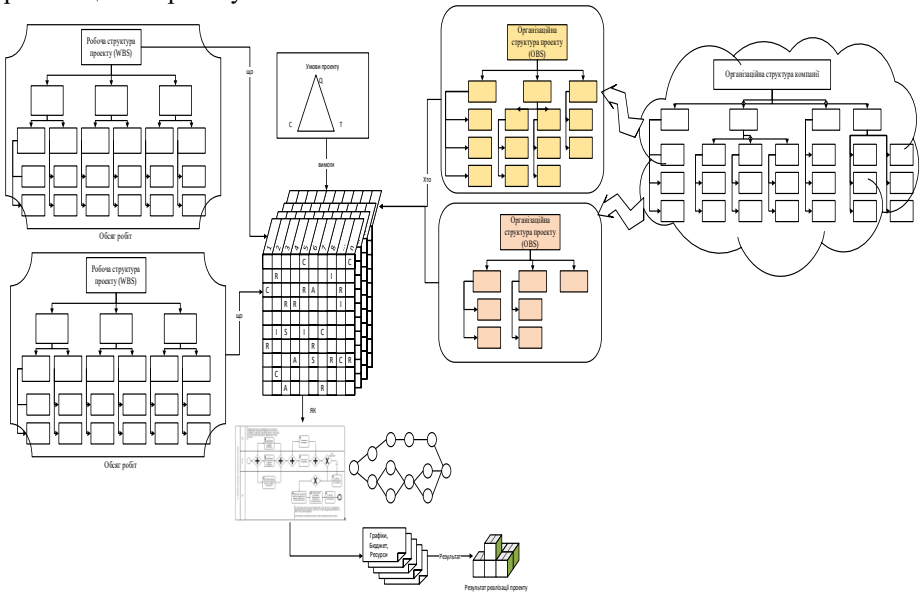


Рисунок 4 – Модель управління проектом

Сформовано вимоги та критерії до вибору систем управління проектами, які можуть виступати основним інструментом для автоматизованого управління. Представлено програми ведення проекту в залежності від типу ІТ-проекту: розробка, впровадження, інтеграція, тощо.

У **третьому** розділі на основі методу аналізу ієрархій проведено дослідження та вибір системи управління проектами, що може бути використана в компанії, що займається проектним управлінням. Доведено ефективність такого підбору з запровадженням обраної системи в проектний менеджмент.

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

Таблиця 3 – Фрагмент матриці попарних порівнянь критеріїв

	Інтерфейс	Рівні доступу до інформації	Побудова звітності	Простота налаштування	Незалежність від OS	Мобільність використання	Контроль захищеності	Контроль часу	Контроль документообігу та спланування	Спланування	Діаграма Ганта	Інтеграція з епіні	Синхронізація з поширеними	Планування під специфіку	Швидкість роботи	Навантаження безкоштовної версії	Вартість	Коефіцієнт вальсого вектору	Нормалізований вектор	Мак. власний вектор = Сума по стовпцях / власний 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	0,637	0,031	1,778756513

Специфіку задач	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	2,494	0,113	1,488419224
Швидкість роботи	1/4	1/4	1/3	1/2	1/6	1/6	1/3	1/2	1/4	1/2	1/2	1/4	1/2	1/5	4	1	4	0,270	0,013	0,901472003
Навантаження безкоштовної версії	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	0,449	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
Суми 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

Таблиця 4 – Розрахунки глобальних пріоритетів альтернатив

	Інтерфейс	Рівні доступу до інформації	Побудова звітності	Простота налаштування	Незалежність від OS	Мобільність використання	Контроль захищеності ресурсів	Контроль часу	Контроль документообігу та спланування	Спланування	Діаграма Ганта	Інтеграція з епіні	Синхронізація з поширеними сервісами	Планування під специфіку задач	Швидкість роботи	Навантаження 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	

Сформульовано завдання оцінки персоналу, що призначається на проєктні роботи з розробки інформаційних систем. Визначено критерії, що необхідні для проведення оцінки виконавців; особи, які є експертами та приймають рішення щодо кваліфікації персоналу. Чіткий алгоритм проведення атестації персоналу забезпечує рівні права для кожного трудового ресурсу 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 трудового ресурсу вирішувати конкретні задачі проєкту та безпосередньому призначенні на виконання певної проєктної роботи.

Розподіл W між роботами здійснюється на основі пріоритету заявок:

$$x_i = \begin{cases} T_i, & \text{if } \sum_{j=1}^k T_j \leq W \\ \min[T_i, \gamma \mu_i(T_i)], & \text{if } \sum_{j=1}^k T_j > W \end{cases}, \quad (3)$$

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

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

if – математичний знак «якщо»;

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

$$\sum_{j=1}^k \min[T_j, \gamma \mu(T_j)] = W, \quad (4)$$

Розроблено агентно-орієнтовану модель розподілу ресурсів на проектні роботи, що ґрунтуються на оцінці компетентнісних показників трудових ресурсів, що залученні в проектних 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.

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 проектні роботи та має відповідні результати проведеної атестації.

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

$$W = \{F_1, F_2, \dots F_k, S_1, S_2 \dots S_m, D_1, D_2 \dots D_n\}, \quad (5)$$

де $\{F_1, F_2, \dots F_k\}$ - підмножина функціональних завдань;
 $\{S_1, S_2 \dots S_m\}$ - підмножина загальносистемних завдань;
 $\{D_1, D_2 \dots D_n\}$ - підмножина забезпечуючих та обслуговуючих завдань.

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

При таких параметрах ефективність агента обчислюємо за показником набору функціональних операцій (НФО) у конкретного агента А:

$$\text{НФО}_A = \prod_{i=1}^n \eta_i^{1-p_i}, \quad (6)$$

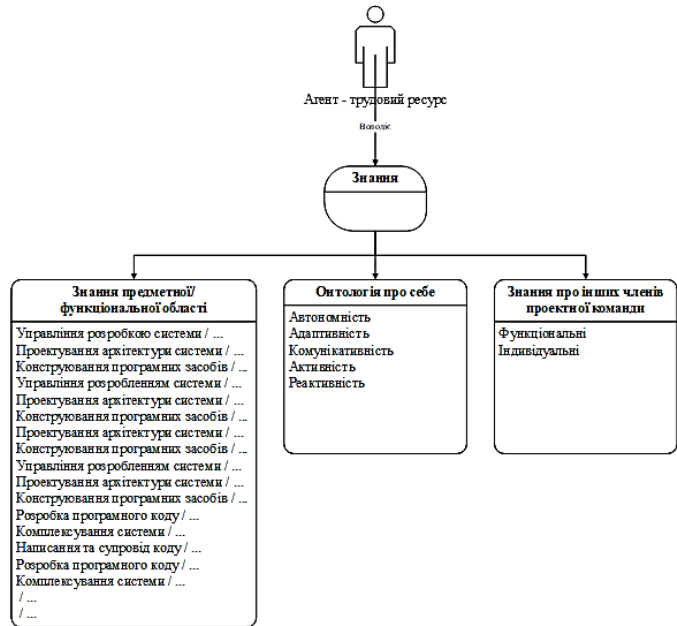


Рисунок 5 – Модель агента

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:

$$\eta_i = \sum_{j=1}^{E_i} w_j^i * q_j^i, \quad (7)$$

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, що приймає різне значення для конкретної предметної області згідно з формулою:

$$\sum_{j=1}^{E_i} q_j^i \leq 1, \quad (8)$$

В проєктні команди підібрані фахівці з різним рівнем функціональних обов'язків, рівнями компетенції, кваліфікації, тощо. Тому всі задачі щодо їх залучення на проєктні роботи мають враховувати даний фактор, що представлено методом ранжування факторів розподілу трудових ресурсів.

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

Сформуємо систему статистичних показників, базуючись на визначених призначеннях:

- для середніх показників критеріїв кваліфікації:

$$S_j = \frac{\sum_{i=1}^w E_{ij}}{w_j} \quad (9)$$

- для середніх рангів кваліфікації:

$$\overline{Q}_j = \frac{\sum_{i=1}^w R_{ij}}{w} \quad (10)$$

- коефіцієнт кваліфікації учасників проєктної групи

$$K_j = \frac{w_j}{w} \quad (11)$$

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

$$L_j = F_{j \max} - F_{j \min} \quad (12)$$

де L_j – розмах значення j -ого критерію кваліфікації виконавців. $F_{j \max}$, $F_{j \min}$ – відповідно максимальне і мінімальне значення оцінки кваліфікації виконавців по j -ому критерію.

При призначенні виконавців на проєктні роботи, потрібно враховувати не лише абсолютні та середні величини компетентності кожного учасника проєктної 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.

$$N_j = \frac{\sum_{j=1}^w N_{ij}}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^w N_{ij}} \quad (13)$$

$$N_i = \frac{F_{ij}}{\sum_{j=1}^k F_{ij}} \quad (14)$$

При використанні методу Дельфі, необхідно оцінити ступінь узгодженості призначення кожного окремого учасника проєктної команди на конкретний вид робіт. Така узгодженість може бути визначена як для усієї команди проєкту 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:

$$K_{kon} = \frac{\sum_{j=1}^w (Q_j - \frac{\sum_{j=1}^w Q_j}{w})^2}{\frac{1}{l} [w^2 (k^3 - k) - w \sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^l (h_j^3 - h_j)]} \quad (15)$$

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

l – кількість проєктних 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 виконавець. Статистичне значення коефіцієнта конкордації у відповідності до набору характеристик та функціональних параметрів учасника проєктної команди вирішуємо за критерієм узгодженості Пірсона χ^2_p .

$$\chi^2_p = \frac{\sum_{i=1}^w (Q_i - \frac{\sum_{i=1}^w Q_i}{w})^2}{\frac{1}{l} [wl(w+1) - \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^w (t_i^3 - t_i)]} \quad (16)$$

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

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

$$V_r = \left\{ A_{P_i} \in M / E_{A_{P_i}}^M \subseteq \bigcup_{j=1}^{r-1} F_j \right\} \setminus \bigcup_{j=1}^{r-1} F_j$$

$$r = \overline{2, m} \quad (17)$$

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:

$$NE_1(F_i, y_{P_i}) = \{ y_{F_i} \in A_{F_i} | \forall j \in F_i \ \forall y_j \in A_j \ f_j(y_{F_i}, y_{P_i}, \psi_i(NE_1(M_i, y_{F_{i+1}}))) \geq f_j(y_{F_i}, y_{F_i} | y_i, \psi_i(NE_1(M_i, y_{F_i} / y_i, y_{P_i}))) \} \quad (18)$$

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:

$$NE_2(M \setminus \{i\}, u_i(\cdot)) = \left\{ y_{M \setminus \{i\}} \in A_{M \setminus \{i\}} \mid \forall j \in M \setminus \{i\} \forall y_j \in A_j \ f_j(y_{M \setminus \{i\}}, u_i(y_{M \setminus \{i\}})) \geq f_j(y_{M \setminus \{i\}} | y_i, u_i(y_{M \setminus \{i\}} | y_i)) \right\}, i \in M \quad (19)$$

Цільова функція призначення виконавців на проєктні роботи полягає в максимізації ефективності виконавця на конкретну роботу з врахуванням зайнятості на попередніх та майбутніх роботах.

$$f_{M_i} = \max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{A_{P_j}}^M F_{ij} \quad (20)$$

за умови

$$\sum_{i=1}^n F_{ij} = 1 \quad \sum_{j=1}^m F_{ij} = 1 \quad F_{ij} = [0,1] \quad (21)$$

Цільова функція призначення на роботи виконавців визначається мінімізацією коефіцієнту навантаження

$$f_{M_i} = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{\text{навант } A_{P_j}} F_{ij} \quad (22)$$

за умови

$$\sum_{i=1}^n F_{ij} = 1 \quad \sum_{j=1}^m F_{ij} = 1 \quad F_{ij} = [0,1] \quad (23)$$

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

$$\varepsilon_{Wg} = \frac{V_{Ti}}{t_{TiA_j} * k_{\text{користі}}} \quad (24)$$

де V_{Ti} – повний обсяг роботи;

t_{TiA_g} – Тривалість виконання i -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:

$$k_{\text{користі}} = S_{A_j} * k_{\text{проф}} * k_{\text{відп}} * k_{\text{надійності}} \quad (25)$$

де S_{A_j} – коефіцієнт своєчасності виконання роботи;

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

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

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

Для аналізу поставлених завдань проєкту при розподілі агентів на виконання цих завдань враховуємо можливі наслідки помилок їх роботи, для чого знаходимо мінімум цільової функції

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{TiA_j} \left| k_{\text{навантаження } A_j} - k_{\text{оптим}} \right| x_{ij} \quad (26)$$

за умови

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \text{ та } \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad (27)$$

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

$t_{T_{Aj}} = \frac{V_{Ti}}{F * k_{\text{користі}}}$ – тривалість виконання задачі T і виконавцем Aj , яка залежить від псі-характеристик виконавця.

Представлено використання методу RASCI для управління усіма залученими на виконання задач трудовими ресурсами, що дозволяє узгоджувати та інформувати про роль та обов'язки кожного залученого до проекту виконавця. 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. Для визначання рівня залученості співвиконавців на проєктні роботи, враховуємо коефіцієнти їх залучення на роботи.

$$T_i = V_{ik} / W_{ik} \quad (28)$$

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.

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

У **четвертому** розділі розроблено алгоритм синхронізації системи управління проєктами та модулю для розподілу персоналу на роботи та оцінки персоналу.

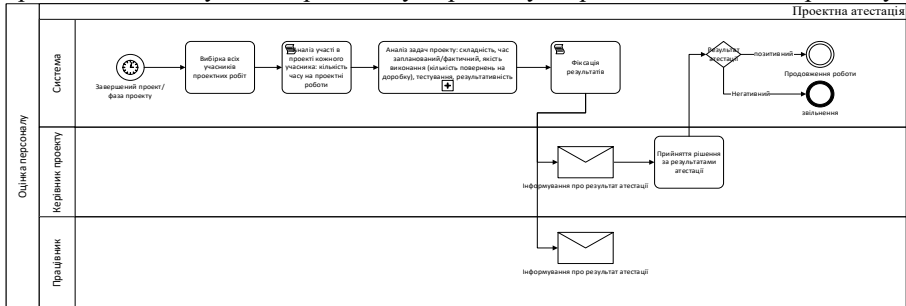


Рисунок 6 – Алгоритм проведення проєктної атестації

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

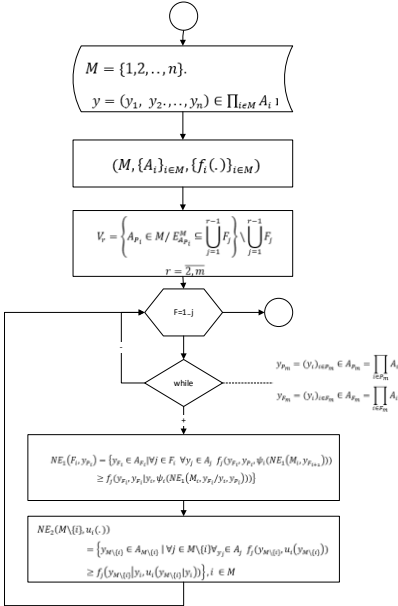


Рисунок 7 – Алгоритм визначення стратегії поведінки в залежності від майбутнього вибору інших агентів

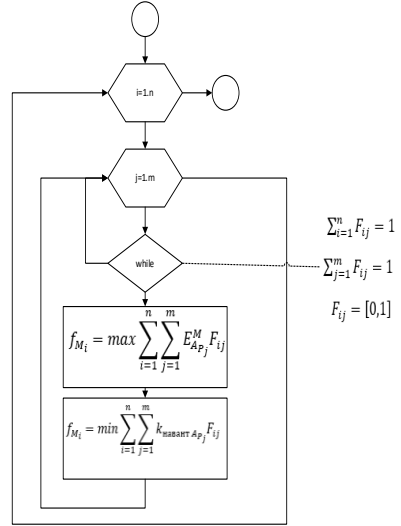


Рисунок 8 – Алгоритм обчислення цільової функції

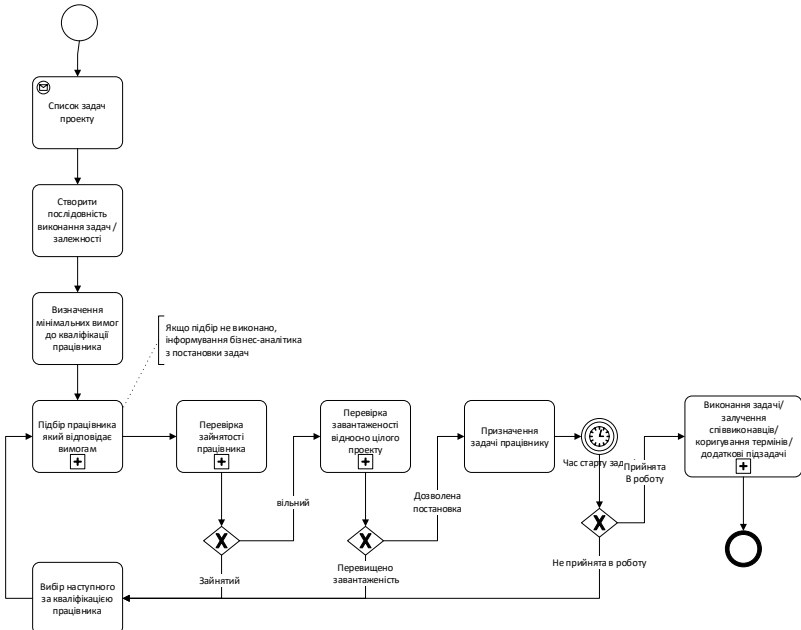


Рисунок 9 – Алгоритм виконання розподілу проектних задач між учасниками команди проекту у відповідності до кваліфікаційних рівнів виконавців

Спроектовано логічну та фізичну модель БД, згенеровано структуру БД в SQL Lite.

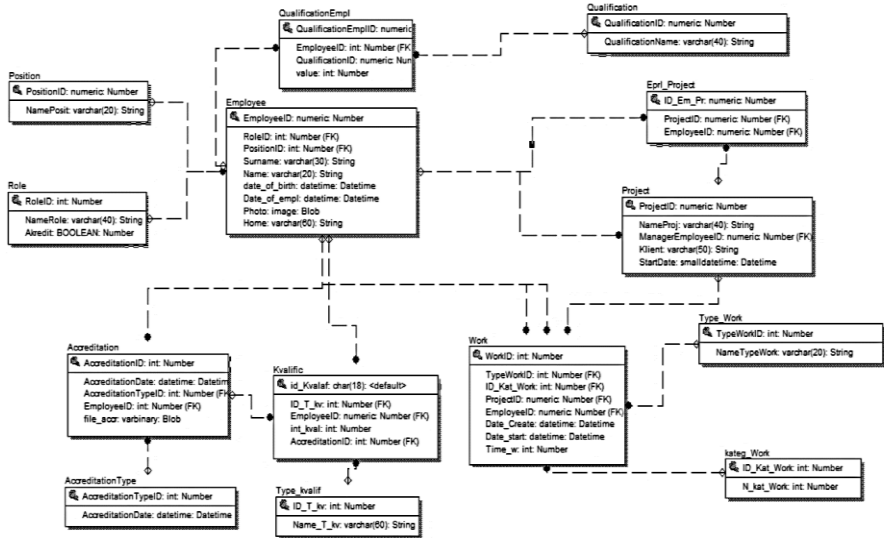


Рисунок 10 – Фізична модель бази даних

У п'ятому розділі Представлено проектування інтерфейсу модулю проведення проектної оцінки персоналу та призначення членів проектної команди на виконання робіт проекту, проведення проектної атестації на основі виконання проектних робіт у завершених проектах чи фазах проекту.

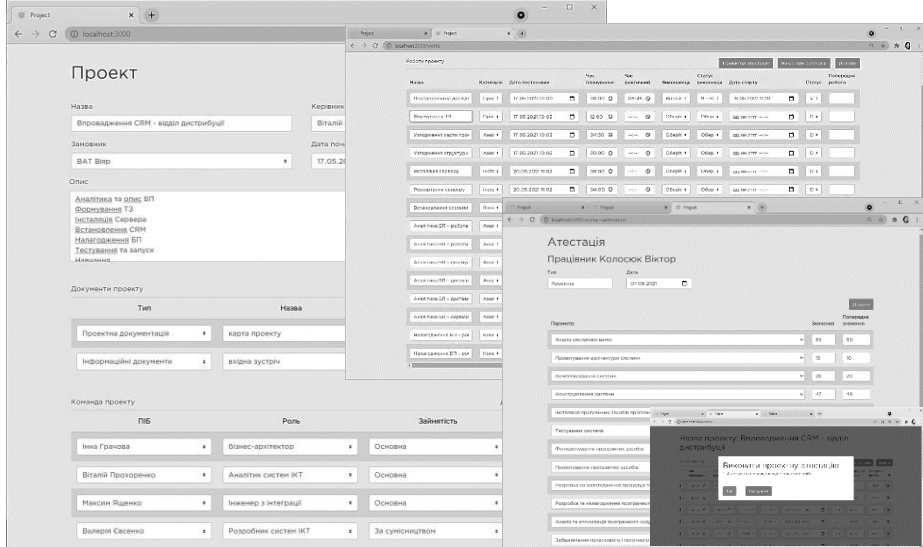
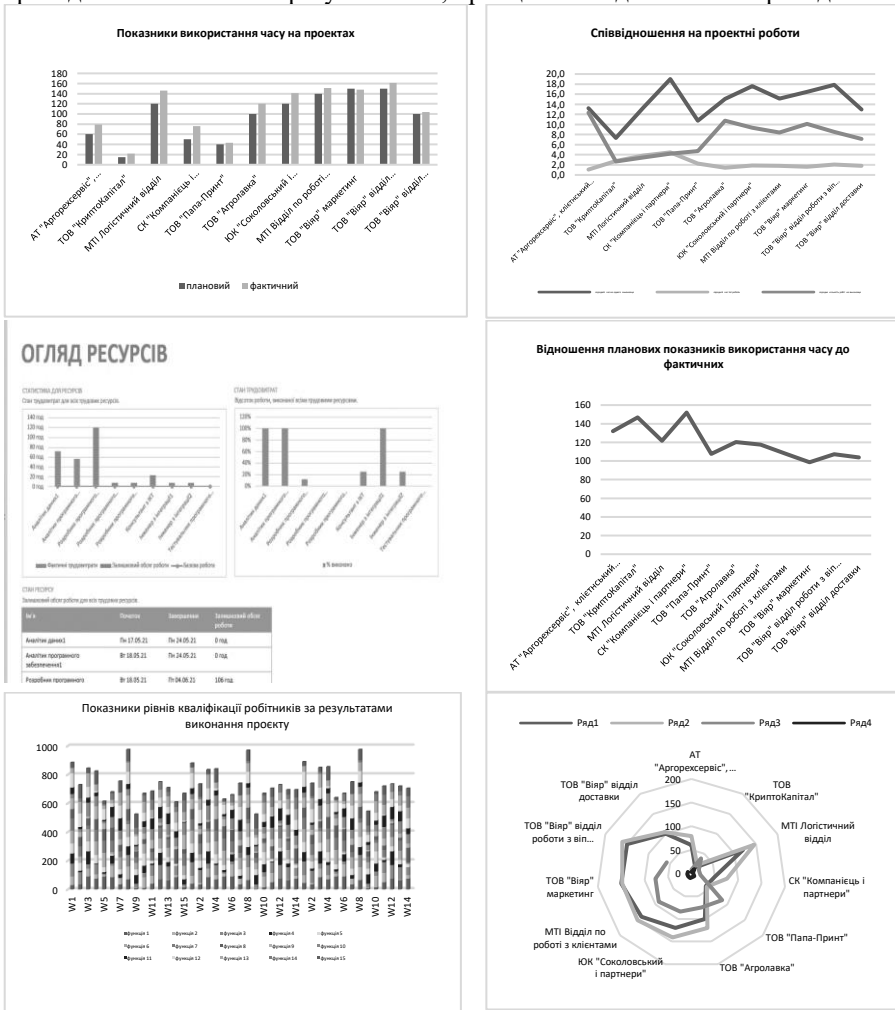


Рисунок 11 – Приклади екранних форм системи розподілу та атестації персоналу

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

Виконано тестування програмної розробки. Наведено приклади реалізації та впровадженнь з вказаними результатами, про що є засвідчені акти впровадженнь.



ВИСНОВКИ

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

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-проєктами. Описані фази реалізації ІТ-проєктів 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 виконавців на проєктні роботи на основі мультиагентного підходу за висхідним принципом, який базується на концепції визначення мінімальних кваліфікаційних вимог трудових ресурсів 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-проєктах 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 трудових ресурсів, 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 проектної команди, з врахуванням вимог до IT-проекту та матриці компетенції виконавців, з врахуванням умов обмеженості трудових ресурсів.

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

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Гладка М.В., Хлобистова О.А. Розробка плану проектних 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*

Автором побудовано структуру формування та планування проектних робіт.

2. Гладка М.В. Використання fuzzy-технології при створенні плану проектних робіт // Энергетика і автоматика, № 4(22), 2014.- К., НУБіП України, 2014. - С. 33-40. ISSN: 2223-0858 *Видання індексовано в AGRIS, MIAR, BASE, ResearchBib, DRJI, Ulrichsweb*

Автором розроблена модель планування робіт в IT проектах в умовах невизначеності.

3. Майстренко А.С., Гладка М.В. Вибір систем управління проектами 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.*

Автором побудована концепція формування параметрів та критеріїв для вибору систем управління проектами.

4. 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.*

Автором запропоновано модель інтелектуальної підсистеми підтримки прийняття рішень на основі ситуаційного керування.

5. 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 *Видання індексовано в Index Copernicus, EBSCOhost, Universal Impact Factor.*

Автором показано, що для ефективного проектного управління необхідна чітка оцінка процесів, що входять в функціональну структуру проекту.

6. Лісневський Р.В., Костіков М. П., Гладка М.В. Аналіз інтеграцій програмних інструментаріїв ведення проектів 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. *Видання індексовано у Index Copernicus.*

Автором запропоновано перелік інтеграційних інструментів для ведення проєктів.

Статті у міжнародних виданнях

7. 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*

Автором розроблено мультиагентний підхід до систем управління інформацією, заснованих на інтелектуальних методах.

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 базі Ulrichsweb*

Автором описана концепція програмної реалізації семантичної мережі.

Статті в іноземних виданнях:

9. Гладкая М.В., Хлобыстова О.А., Загоровская Л.Г., Мякишило Е.М. Использование мультиагентной технологии при создании плана проектных работ автоматизированной системы. ОПАЛДЫҢ ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ, (Уральский научный вестник, Казахстан), № 51 (130), 2014, Серия: Технические науки, Математика, Медицина. – г. Уральск.: Уралнаучкнига, 2015. С.45-49

Автором створені моделі мультиагентної технології розподілу трудових ресурсів при формуванні плану проєктних робіт.

10. Mirosława 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

Автором створені моделі формування кваліфікаційної рамки компетенцій персоналу для призначення на проєкті роботи в ІТ проєктах

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, UA, 2016, №.5, pp.33-37 ISSN 2414-9055

Автором запропоновано структурний підхід, який розділяє ієрархію процесу та підпорядкування дій.

Матеріали наукових конференцій:

12. Gladka M.V., Хлобыстова 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 проектуванням 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 проектних 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 проектами. 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 проекту 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 лист. 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», К.: НУХТ, 2015 р. — Ч. 2., с. 337.

19. 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.

20. Гладка М.В., Шевченко К.І. Мережеві методи планування в управлінні проектами. Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», - К: НУХТ, 2015 р. — 166 - 167 с.

21. Левун А.В., Гладка М.В. Використання хмарних сервісів у системах управління проектами. 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», — К.: НУХТ, 2016 р. — Ч. 2. — 317 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. —р. 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»,— К: НУХТ, 2016 р. — 257-258

25. 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 ХХІ столітті", – 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 ХХІ столітті" 5–6 квітня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017 р. – Ч.2., с.306.
27. Гладка М. Структуризація компанії в процесі автоматизації. Матеріали ІV 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 ХХІ столітті" 23–24.04.2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2., с.324.
29. Гладка М.В. Управління персоналом проекту, 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-проектів 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 проектні роботи. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», – К: НУХТ, 2019 – 234 с.
33. Гладка М.В., Гладкий Я.В., Кравченко О.В. Використання методу аналізу ієрархій для вибору систем управління проектами. 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.384
35. Гладка М.В., Гладкий Я.В. Запровадження WIP-лімітів при управлінні роботами ІТ проектів. 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.
36. 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]; V.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 проектами з впровадження ІТ-систем. Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", 15–16 квітня 2021 р. – К.: НУХТ, 2021 р. – Ч.2. – 369 с.

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 впровадження інформаційних систем за рахунок використання моделей, методів і засобів розподілу на основі показників компетенції виконавців що можуть залучатись до виконання робіт на проєкті та формування цих показників за результатами виконання робіт проєкту.

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 виконавців, 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 проєктній компанії; 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 в впровадженні ІТ-проєктів.

Об'єктом дослідження виступає процес розподілу виконавців на проєктні роботи з впровадження ІТ систем. Предмет 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.

ABSTRACT

Gładka 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. Quite a high degree of validity of scientific provisions, conclusions, recommendations formulated in the dissertation, their probability is provided by an adequate structural and logical scheme of research based on the fundamental results of project management methodology, project workforce management, mathematical models, matrices for determining competencies, systems algorithms, grid-calendar planning, set theory, optimization theory, etc. In the process of research the following elements were used: systems theory, methods of system analysis to determine the components, functions, structures of the integrated functional environment; modelling theory and methods of mathematical modelling to build models of human resource management processes, the formation of the project team, staff certification based on the completion and implementation of tasks.

The purpose of the study is to improve the efficiency of distribution of labor resources in projects for the implementation of information systems through the use of models, methods and distribution facilities based on the indicators of competence of performers who can be involved in the implementation of projects and the formation of these indicators on the results of the project.

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 executors 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 model of the project management system selection that will be implemented for the use in project 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 participating in the implementation of IT projects.

The object of the study is the process of allocation of executors for the

implementation of IT systems. 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.

Підписано до друку 20.08.2021 р. Зам. №.87
Формат 60х84/16. Папір офсетний. Друк – цифровий.
Наклад 100 прим. Ум. друк. арк. 0,9
Друк ЦП «КОМПРИНТ». Свідоцтво ДК №4131 від 04.08.2011 р.
м. Київ, вул. Предславинська, 28
095-941-84-99, 067-209-54-30
email: komprint@ukr.net