

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

МІНЧУК Володимир Миколайович

Модель формування метрик для бізнес-аналітика ІТ-проектів / Model of Metric Formation for Business Analytics of IT Projects

спеціальність: 122 - Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма – Управління проектами

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи КНУПм-21
В.М. Мінчук

Науковий керівник:
к.т.н., доцент Н.М. Васильків

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:
«___» _____ 20___ р.
Завідувач кафедри
_____ М.П. Комар

Факультет комп'ютерних інформаційних технологій

Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

Освітній ступінь «магістр»

спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

освітньо-професійна програма – Управління проектами

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.П. Комар

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ****Мінчуку Володимирі Миколайовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Модель формування метрик для бізнес-аналітика ІТ-проектів / Model of Metric Formation for Business Analytics of IT Projects

керівник роботи к.т.н., доцент Н.М. Васильків

затверджені наказом по університету від 8 грудня 2022 року № 491.

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи 1 грудня 2023 р.**3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: завдання на кваліфікаційну роботу студента, наукові статті, технічна література.****4. Основні питання, які потрібно розробити**

– проаналізувати особливості проектної діяльності у сфері інформаційних технологій та вимоги, що ставляться до ІТ-продуктів;

– визначити напрямки діяльності бізнес-аналітика ІТ-проектів;

– визначити критерії створення та оцінювання історій користувача, дії бізнес-аналітика залежно від стану показників завдань;

– розробити алгоритм аналізу показників метрик завдань проекту та визначення пріоритету;

– здійснити математичний опис залежності пріоритету робіт проекту від показників метрик;

– розробити нечітку систему визначення пріоритету робіт ІТ-проекту на основі показників метрик;

– дослідити запропоновану нечітку систему та проаналізувати отримані результати.

5. Перелік графічного матеріалу у роботі

- схема алгоритму аналізу метрик завдань проекту;
- схема нечіткої системи пріоритетності робіт ІТ-проекту.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 8 грудня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Особливості управління ІТ-проектом	12.2022 р. – 03.2023 р.	
2	Формування вимог до ІТ-проекту та критеріїв їх оцінювання бізнес-аналітиком	03.2023 р. – 05.2023 р.	
3	Моделювання метрик на основі нечіткої логіки	05.2023 р. – 11.2023 р.	
4	Повне завершення та представлення кваліфікаційної роботи на кафедрі	01.12.2023 р.	

Студент _____ В.М. Мінчук
підпис

Керівник роботи _____ к.т.н., доцент Н.М. Васильків
підпис

РЕЗЮМЕ

Кваліфікаційна робота на тему «Модель формування метрик для бізнес-аналітика ІТ-проектів» на здобуття освітнього ступеня «Магістр» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» освітньо-професійної програми «Управління проектами» написана обсягом 85 сторінок і містить 14 ілюстрацій, 5 таблиць, 2 додатки та 67 використаних джерел.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження метрик та розробка моделі встановлення пріоритету робіт ІТ-проекту.

Методи досліджень: методи бізнес-аналізу, математичне моделювання, нечітка логіка, методологія створення програмних продуктів, методологія управління проектами.

Результати дослідження: розроблено нечітку систему встановлення пріоритету робіт ІТ-проекту, в якій здійснюється попередній аналіз метрик готовності, дозволу та складності завдань, що дає змогу бізнес-аналітику ефективно приймати рішення щодо завантаженості команди проекту.

Результати роботи можуть успішно застосовуватися для ефективного управління виконанням ІТ-проектів та проактивного управління командами проектів.

Ключові слова: БІЗНЕС-АНАЛІТИК, ІТ-ПРОЄКТ, МЕТРИКИ ЗАВДАНЬ, ПРІОРИТЕТ РОБІТ ПРОЄКТУ, НЕЧІТКА СИСТЕМА.

ABSTRACT

The qualification work on the topic "Model of metric formation for business analytics of IT projects" for obtaining the educational degree "Master" in the specialty 122 "Computer Science" of the educational and professional program "Project Management" is written on 85 pages and contains 14 illustrations, 5 tables, 2 appendices and 67 sources.

The purpose of this qualification work is to study metrics and develop a model for setting the priority of IT project work.

Research methods: business analysis methods, mathematical modeling, fuzzy logic, software product creation methodology, project management methodology.

Research results: a fuzzy system for setting the priority of IT project work has been developed, in which a preliminary analysis of the metrics of readiness, permission and complexity of tasks is carried out, which enables the business analyst to effectively make decisions about the workload of the project team.

The results of the work can be successfully applied to the effective management of the implementation of IT projects and proactive management of project teams.

Keywords: BUSINESS ANALYST, IT PROJECT, TASK METRICS, PROJECT WORK PRIORITY, FUZZY SYSTEM.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Особливості управління ІТ-проектами	10
1.1 Загальна характеристика проектів у сфері інформаційних технологій	10
1.2 Вимоги до продукту ІТ-проекту	15
1.3 Сучасні підходи до виконання робіт ІТ-проекту та постановка завдань дослідження	21
Висновки до розділу 1	26
2 Формування вимог до ІТ-проекту та критеріїв їх оцінювання бізнес-аналітиком	28
2.1 Роль бізнес-аналітика у виконанні ІТ-проекту	28
2.2 Критерії створення та метрики оцінювання історій користувача	35
2.3 Алгоритм аналізу метрик завдань ІТ-проекту	42
Висновки до розділу 2	45
3 Моделювання метрик на основі нечіткої логіки	46
3.1 Математична модель впливу метрик на пріоритет робіт проекту	46
3.2 Структура нечіткої системи пріоритетності робіт ІТ-проекту	49
3.3 Дослідження нечіткої системи пріоритетності робіт ІТ-проекту	58
Висновки до розділу 3	61
Висновки	62
Список використаних джерел	64
Додаток А Текст коду	72
Додаток Б Копії опублікованих матеріалів дослідження	74

ВСТУП

Актуальність. Впровадження інформаційних технологій (ІТ) дає змогу підтримувати стабільність та забезпечувати динамічний розвиток організацій та підприємств різних сфер діяльності.

Виконання ІТ-проектів зазвичай здійснюється у середовищі, що викликає необхідність коректування вимог до продукту проекту та внесення змін у порядок виконання робіт проекту. Зміни стосуються не лише технологій, які необхідно використовувати для реалізації проектів даної галузі, але й підходів до управління ІТ-проектами, зокрема і до аналізу стану показників завдань проекту. Сучасне нестабільне зовнішнє середовище проектів породжує необхідність застосування більш гнучких інструментів проектного управління та приділяти значну увагу питанням розподілу робіт проекту та завантаженості членів проектної команди з метою збереження її цілісності та забезпечення матеріального та морального стимулювання у цей непростий час.

Використання сучасної методології управління проектами передбачає постійний контроль та моніторинг реалізації продукту ІТ-проекту. Застосування такого проектного підходу необхідне не лише безпосередньо на стадії втілення задуму, а й на початкових етапах бізнес-аналізу при дослідженні та формуванні вимог до продукту проекту. Прийняття рішення про можливість виконання окремих робіт чи проекту в цілому залежить від професійних вмінь та досвіду бізнес-аналітика, який повинен не лише на основі проведених досліджень сформулювати вимоги та запропонувати рішення, а й правильно розставити пріоритет завдань проекту. У зв'язку з тим, що ІТ-проекти часто виконуються в умовах невизначеності, визначити таку пріоритетність є нелегким завданням.

Актуальність дослідження визначається тим, що для ефективної діяльності ІТ-компаній керівники та бізнес-аналітики повинні своєчасно і

адекватно реагувати на можливі несприятливі ситуації щодо неперервної завантаженості команди проекту.

Необхідно ще на етапі ініціалізації врахувати множину параметрів станів проекту, різні поєднання яких дозволяють синтезувати багатоваріантні сценарії розвитку проекту, тобто здійснити проактивний аналіз, а це, в свою чергу, сприятиме зниженню невизначеності умов його здійснення.

Пропонується при реалізації ІТ-проектів піддавати аналізу проектні показники і вибирати ті рішення, які з найбільшою ефективністю вплинуть на реалізацію проекту. Тому дослідження метрик завдань проекту та визначення на їх основі пріоритету робіт ІТ-проекту є актуальним завданням.

Мета і завдання роботи. Метою роботи є дослідження метрик та розробка моделі встановлення пріоритету робіт ІТ-проекту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати особливості проектної діяльності у сфері інформаційних технологій та вимоги, що ставляться до ІТ-продуктів;
- визначити напрямки діяльності бізнес-аналітика ІТ-проектів;
- визначити критерії створення та оцінювання історій користувача, дії бізнес-аналітика залежно від стану показників завдань;
- розробити алгоритм аналізу показників метрик завдань проекту та визначення пріоритету;
- здійснити математичний опис залежності пріоритету робіт проекту від показників метрик;
- розробити нечітку систему визначення пріоритету робіт ІТ-проекту на основі показників метрик;
- дослідити запропоновану нечітку систему та проаналізувати отримані результати.

Об'єкт дослідження – виконання робіт ІТ-проектів.

Предмет дослідження – метрики та пріоритети завдань ІТ-проектів.

Методи досліджень: методи бізнес-аналізу, математичне моделювання, нечітка логіка, методологія створення програмних продуктів, методологія управління проектами.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Розроблено нечітку модель встановлення пріоритету робіт ІТ-проекту, в якій здійснюється попередній аналіз метрик готовності, дозволу та складності завдань, що дає змогу бізнес-аналітику ефективно приймати рішення щодо завантаженості команди проекту.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблена модель може бути використана для ефективного управління виконанням ІТ-проектів та проактивного управління командами проектів.

Публікації та апробація. Результати досліджень опубліковані у збірниках матеріалів міжнародних наукових конференцій (Більбао, Іспанія та м. Ополе, Польща).

1 ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЕКТАМИ

1.1 Загальна характеристика проектів у сфері інформаційних технологій

Проектна діяльність завжди спрямована на досягнення певної мети, яка складається із сукупності цілей. Реалізація проекту відбувається в терміни, що є чітко визначеними, тобто обмеженими, і, крім того, ресурси, що виділяються для створення продукту проекту, як от матеріальні, фінансові, людські, є теж обмеженими.

Це стосується і проектів, що спрямовані на впровадження чи вдосконалення і розвиток інформаційних технологій. Ознаками такого ІТ-проекту є [8, 20]:

- чітко встановлені терміни початку виконання та завершення проекту;
- обмежені ресурси з визначенням їх необхідності за видами;
- поділ мети проекту на окремі цілі, досягнення яких можливе при дотриманні встановлених вимог до продукту проекту та проекту в цілому;
- чітка координація виконання проекту з дотриманням необхідних зовнішніх та внутрішніх взаємозв'язків окремих завдань проекту, робіт та ресурсів;
- унікальність проекту, яка визначається залежно від встановлених цілей та середовища його виконання.

Управління проектами — це діяльність, спрямована на таку організацію людських ресурсів, щоб можна було досягти мети проекту.

Для ефективного управління ІТ-проектами необхідно визначити деякі особливості проекту та діяльності, спрямованої на досягнення його мети, зокрема [20, 21]:

- розмір проекту;
- технічна складність;

- можливість поділу проекту на окремі функціонально взаємопов'язані частини;
- фінансові та часові обмеження (згідно календарних графіків);
- реакція на зміни умов виконання проекту;
- види робіт та кількість залучення до їх виконання функціональних підрозділів чи окремих виконавців;
- ризики та невизначеності, які можуть вплинути на виконання проекту та спричинити його невчасне завершення або й взагалі зупинку.

Всі ці особливості є важливими, а іноді і критичними, для проекту, тому керівники компаній, що займаються розробкою та впровадженням ІТ-проектів, застосовують методологію управління проектами.

Управління ІТ-проектом спрямовується на координацію людських, матеріальних та фінансових ресурсів для виконання даного проекту у зазначені терміни при дотриманні при цьому поставлених вимог замовника [21, 30].

Саме можливість отримання замовником у визначені терміни та у межах виділених фінансових ресурсів продукту ІТ-проекту, а також задоволення майбутніх користувачів ІТ-продукту є результатом ефективного управління проектами. Кожен проект виконується в певному зовнішньому середовищі, а внутрішнє середовище формується безпосередніми учасниками проекту, які по-різному задіяні у проекті, по-різному взаємодіють між собою, але маючи розуміння доцільності проекту та певні матеріальні чи інвестиційні інтереси, роблять свій внесок у виконання проекту.

В управлінні проектом недостатньо лише пильнувати за дотриманням запланованих проектних дій, графіків, ресурсів, термінів і вартості. Важливе значення мають ще й організаційні питання, роль керівника проекту (менеджера чи, навіть, бізнес-аналітика), як лідера колективу.

Керівник чи менеджер проекту повинен дбати про загальну корпоративну культуру, моральний стан та матеріальне заохочення, яке

прямо залежить від правильного розподілу робіт проекту та кількості виконаних завдань членами команди проекту.

Розподіл робіт ІТ-проекту тісно пов'язаний із процесами життєвого циклу та з фазами розробки концепції, планування, виконання і завершення [8, 20, 30].

Кожна із зазначених фаз має свої особливості та дії, які необхідно реалізувати:

1) Концепція:

- визначення доцільності проекту з врахуванням суспільних потреб;
- аналіз альтернативних рішень та способів реалізації;
- оцінювання життєздатності проекту;
- аналіз інвестиційних можливостей;
- попереднє планування;
- пропозиції щодо перспективи розвитку проекту.

2) Планування:

- розробка плану, схем, нормативно-технічних документів;
- встановлення режимів;
- вибір обладнання;
- економічні показники та їх обґрунтування;
- розробка кошторису;
- створення календарного графіку робіт.

3) Виконання:

- організаційне структурування;
- розробка робочої документації і специфікацій;
- проектування;
- постачання обладнання;
- реалізація ІТ-продукту;
- забезпечення якості;
- верифікація та валідація.

4) Завершення:

- підготовка та навчання персоналу і користувачів ІТ-продукту;
- передача продукту проекту;
- документування результатів;
- розформування команди проекту.

Кожна з перелічених фаз при своєму завершенні є контрольною точкою виконання проекту і тому від кожної з них залежить успішне виконання всього проекту.

Менеджер та бізнес-аналітик проекту повинні ще на підготовчому етапі вибрати, залежно від складності та масштабу проекту, модель життєвого циклу проекту і у процесі реалізації контролювати відповідність обраній моделі. Відповідно до моделі складається план виконання робіт проекту та розподіл їх між виконавцями.

Доцільність застосування проектного підходу, який характеризується чіткою орієнтацією на досягнення мети - створення продукту ІТ-проекту, відображена у визначенні фази проекту, оскільки, результатом здійснення кожної фази повинен бути і є продукт. І передінвестиційна фаза так само, як і інвестиційна, і експлуатаційна повинна закінчуватися отриманням результату - продукту.

Таким чином, серед процесів, за допомогою яких реалізується управління ІТ-проектом, початковим є процес ініціалізації як основоположний, в результаті якого формується безліч допустимих значень вхідних параметрів проекту, які є базовими для проведення планування і здійснення контролю та координації станів проекту в ході його реалізації. В процесі ініціалізації визначається конфігурація проекту - стан проекту в конкретний момент часу, під яким слід розуміти зміст і хід виконання робіт з отримання результатів проекту.

Реалізація ІТ-проекту проходить фази концепції, розробки (проекування, планування), виконання і завершення [21, 37].

Кожна з цих фаз складається з окремих процесів, які її характеризують та визначають набір робіт, які дозволять вчасно виконати ІТ-проект та отримати якісний продукт.

Спочатку проводиться обстеження об'єкта та обґрунтовується необхідність створення продукту ІТ-проекту, формулюються вимоги користувача до продукту ІТ-проекту. Обстеження має виявити проблеми, розв'язання яких можливе засобами обчислювальної техніки, та надати оцінку доцільності створення продукту ІТ-проекту.

Разом із замовником погоджуються вимоги до продукту ІТ-проекту. Обов'язковими вимогами є перелік функцій, термін виконання проекту, умови функціонування розробленого продукту, максимальні фінансові витрати на розробку.

Формування вимог - найважливіша стадія, оскільки вона визначає успіх усього проекту. На цьому етапі будуються два види моделей: модель "Як є" і модель "Як має бути".

Кожна з моделей містить повну функціональну та інформаційну модель діяльності об'єкта автоматизації, а також, у разі потреби, поведінкову модель, що містить, наприклад, обмеження щодо ресурсів пам'яті, кількісне визначення одночасного доступу до ІТ-продукту, вимоги безпеки, відмовостійкість тощо.

Вимоги, висунуті чи сформовані різними зацікавленими особами, можуть доповнювати одні одних, покращуючи характеристики ІТ-продукту, але іноді ці вимоги можуть і конфліктувати між собою. При аналізі вимог має бути перевірена їх доцільність та відповідність інтересам замовника.

Тому важливо при аналізі всіх вимог встановити їх пріоритетність. Відповідно до цих пріоритетів розподіляються і певні ресурси для виконання робіт чи завдань, спрямованих на задоволення цих вимог.

Наступним важливим кроком є передбачення можливих змін у вимогах, що спричинить внесення змін у процес реалізації ІТ-продукту.

Пошук шляхів та оцінювання можливостей реалізації вимог користувача здійснюються під час розробки концепції ІТ-проекту.

У технічному завданні, як основному документі на створення ІТ-проекту, визначаються загальні вимоги до продукту проекту та окремих його складових частин, а також порядок створення продукту ІТ-проекту.

1.2 Вимоги до продукту ІТ-проекту

Створення якісного ІТ-продукту потребує багатьох досліджень і комплексного планування. Керівники та бізнес-аналітики ІТ-проектів створюють документ вимог до продукту.

У цьому документі спочатку визначається продукт, який потрібно створити, мета продукту, його характеристики, функції та поведінка.

Після визначення всіх зацікавлених сторін, які допоможуть створювати, запускати або продавати продукт, вимоги, записані в документі узгоджуються з ними і таким чином створюється спільне розуміння між діловими та технічними командами проекту.

Для формування чітких вимог необхідно досконало вивчити проблему, яку цей продукт має вирішити. Для цього необхідне спілкування бізнес-аналітика із клієнтом, аналіз відомих підходів до вирішення проблеми конкурентами, консультації з іншими фахівцями, які мають розуміння існуючої проблеми. Крім того, необхідно оцінити можливості своєї команди, наявні, можливі чи доступні технології.

На основі такого проведеного аналізу визначається призначення продукту. У вигляді чіткої ціннісної пропозиції, яка стисло повідомляє про потреби, які задовольнить продукт, і пояснює, як продукт узгоджується із загальними цілями та стратегією ІТ-компанії.

Тобто потрібно вивчити питання доцільності створення продукту ІТ-проекту [20, 37], що проходить декілька етапів (рисунок 1.1).

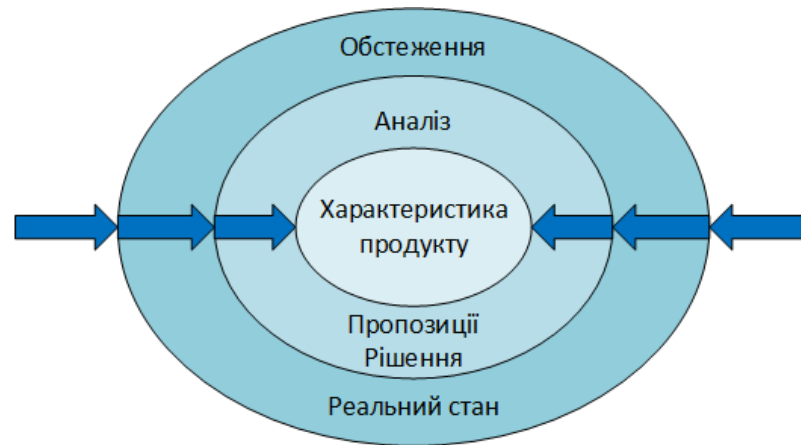


Рисунок 1.1 – Прийняття рішення про можливість створення продукту ІТ-проекту

Далі визначаються характеристики ІТ-продукту, наприклад, безпечний, надійний, легкий та інтуїтивно зрозумілий у використанні. На цьому етапі може виявитись, що визначення характеристик продукту спонукає до вдосконалення та посилення ціннісної пропозиції. Визначені характеристики допоможуть команді проекту керуватись під час визначення завдань користувача та функцій продукту.

Створення продукту ІТ-проекту, залежно від його призначення, переслідує кілька цілей:

- підвищення якості діяльності працівників і установ шляхом організації досконалої обробки та аналізу інформації для вдосконалення процесів управління і планування;
- ліквідація трудомістких процесів неавтоматизованого аналізу даних;
- забезпечення, в разі потреби, ефективного обміну інформацією з іншими ІТ-продуктами.

Після того, як визначено мету ІТ-продукту, потрібне чітке уявлення про користувачів, їхні цілі у використанні продукту та завдання, які вони виконуватимуть із продуктом для досягнення цих цілей. Необхідно створити профіль користувача, який має відображати потреби, бажання, звички та

погляди певної групи основних користувачів. Коли команда проекту розглядає нові функції, то потрібне розуміння як цей користувач відреагує на них і наскільки ймовірно, що він ними скористається.

Створивши профіль основного користувача, визначаються його основні цілі при використанні продукту та розробляються завдання, які допоможуть користувачам досягти своїх цілей.

Наступним кроком при створення документа вимог є опис функціональності продукту та обмеження, накладені на дизайн продукту. Функціональність продукту прописується в, так званих, функціональних вимогах. Функціональні вимоги визначають, що повинен робити продукт. Однак вони не повинні диктувати, як продукт це робить. «Як» буде визначено під час проектування та розробки продукту. Важливо, щоб вимоги не диктували реалізацію та не схилили її до того чи іншого рішення. Лише з вимогами, що не залежать від рішення, дизайнери та розробники зможуть знайти рішення, оптимізоване для досягнення цілей користувача.

Обмеження продукту будуть виражені в так званих нефункціональних вимогах. Нефункціональні вимоги охоплюють будь-які обмеження, накладені на дизайн продукту зацікавленими сторонами. Обмеження часто визначають потреби сумісності. Користувачам може знадобитися продукт, наприклад, для запуску певної платформи. Вашій компанії або клієнтам може знадобитися продукт для взаємодії з однією чи кількома існуючими системами. Обмеження можуть використовуватися для позначення меж робочого середовища продукту.

Зафіксовані у документі вимоги потрібно протестувати на рівні концепції за допомогою прототипів. Тестування валідації продукту зазвичай поділяють на три типи: тестування здійсненності, тестування зручності використання та тестування концепції продукту.

Ефективним способом отримати відгук від цільового клієнта є тестування придатності. Цільовий клієнт часто визначає відсутні вимоги або вимоги, які менш необхідні, ніж передбачалося спочатку. Бізнес-аналітику і

дизайнерам потрібно придумати способи представлення функціональності, щоб користувачі могли зрозуміти, як використовувати продукт.

Тестування концепції продукту зазвичай можна поєднувати з тестуванням зручності використання. Випробовуючи концепцію продукту, можна оновити вимоги на основі отриманих відгуків. Важливість цього кроку важко переоцінити. Більшість інженерних помилок виникають у вимогах, і вартість виправлення цих помилок різко зростає після початку впровадження.

Після того, як встановлено та підтверджено вимоги, важливо визначити їх пріоритетність.

Слід врахувати, що вимоги розвиваються. Під час впровадження продукту часто виявляються нові потреби. Деякі можуть бути критично важливими та замінювати існуючі вимоги з точки зору пріоритету. Тому необхідно знати, як ці нові вимоги вписуються у встановлений бізнес-аналітиком порядок виконання завдань. Крім встановлення пріоритетів вимогам, потрібно також встановити деякі вимірювані показники успіху, які визначають придатність ІТ-продукту до реалізації, це зокрема: продуктивність, надійність, безпека, підтримуваність, масштабованість тощо.

Після створення документа вимог необхідно ще раз його узгодити із зацікавленими сторонами та переконатися, що вимоги відповідають їхнім потребам і проблемам, і при потребі внести доповнення.

Документ вимог є основою для прийняття рішень щодо реалізації ІТ-продукту. Він використовується для відстеження функцій та вимог протягом розробки та запуску продукту. Під час розробки продукту виникає багато питань щодо вимог (або їх відсутності), тому документування їх є надзвичайно важливим.

Необхідність створення та впровадження продукту ІТ-проекту може виникати за таких умов:

1. Замовник приймає рішення про створення продукту ІТ-проекту.

2. За наявності вже діючих продуктів ІТ-проектів різного призначення потрібно створити новий.

3. До вже існуючого продукту ІТ-проекту необхідно внести зміни у зв'язку з розвитком технологій або самому процесі надання послуг чи виробництва.

4. Виникає потреба доповнити функції, які реалізує діючий продукт ІТ-проекту.

5. Виникає потреба створити продукт ІТ-проекту на новій технічній або програмній основі.

На кожній фазі життєвого циклу проекту відбувається певна сукупність процесів, кожний з яких породжує відповідний продукт, використовуючи необхідні ресурси [20, 37].

Процес розроблення продукту ІТ-проекту має забезпечити шлях від усвідомлення потреб замовника та формування вимог до передачі йому готового продукту в експлуатацію (рисунок 1.2).

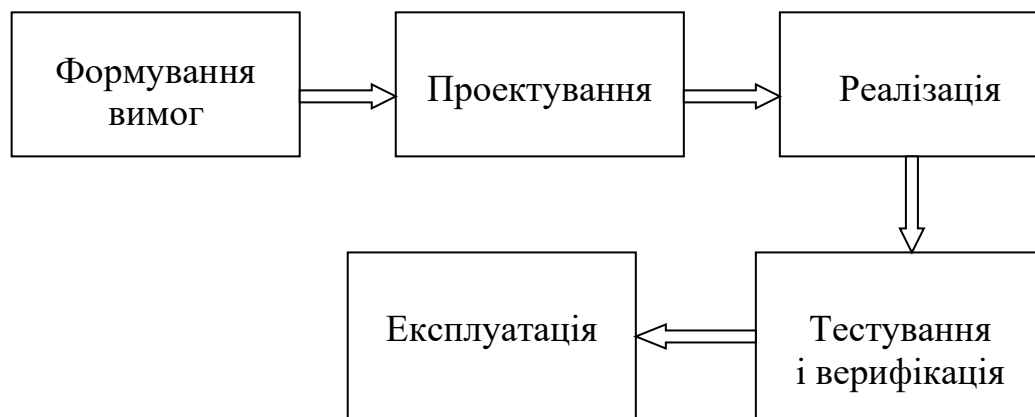


Рисунок 1.2 – Схема розроблення продукту ІТ-проекту

Він складається з таких етапів:

– визначення вимог – виявлення проблеми, що породжує потребу в ІТ-продукті, збір та аналіз вимог замовника бізнес-аналітиком;

- проектування – перетворення вимог до ІТ-продукту у проектні рішення щодо способів реалізації вимог;
- реалізація – перетворення проектних рішень у програмний продукт;
- тестування – перевірка кожної складової частини продукту та способів їх інтеграції, верифікація та валідація;
- експлуатація та супровід готового продукту.

При формуванні вимог та розробці продукту ІТ-проекту повинна закладатися можливість гнучкості та адаптивності до можливих змін залежно від потреб конкретного користувача.

На основі проведення досліджень предметної області та аналізу існуючих інформаційних технологій встановлюються основні вимоги до розроблюваного ІТ-проекту.

Бізнес-аналітику доцільно розробити форму загального шаблону вимог для всіх продуктів, розроблених в ІТ-компанії, але адаптованих для конкретних типів продуктів відповідно до потреб окремих проектів. Шаблони можуть містити загальний набір вимог, які застосовуються до багатьох продуктів, розроблених ІТ-компанією, наприклад, вимоги до якості, вимоги до безпеки та захисту, вимоги до інтерфейсу користувача для дисплеїв і елементів керування, а також вимоги, що стосуються стандартів і правил. Крім того, ІТ-продукт повинен відповідати вимогам модульності, відкритості, незалежності від платформ, відповідності нормативної конфігурації комп'ютера, наявності вбудованої діагностики вірусів, відновлення часткової працездатності системи у форс-мажорних ситуаціях [41].

Таким чином, для успішної реалізації ІТ-проектів необхідно розробити вимоги до продукту, застосувати проактивне управління роботами проектів, завдяки чому керівництво ІТ-компанії та бізнес-аналітик зокрема на основі аналізу метрик проектних завдань зможуть спрогнозувати завантаженість команди проекту роботою в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх факторів середовища проекту.

1.3 Сучасні підходи до виконання робіт ІТ-проекту та постановка завдань дослідження

Визначення робіт проекту та правильний розподіл людських ресурсів є надзвичайно важливим для будь-якого проекту. На сьогодні визначено багато підходів для підтримки формування команд із використанням різних методів, від інженерії знань до операційних досліджень і обчислювального інтелекту. На жаль, ці підходи часто розглядаються спеціально для великих організацій, які володіють належним набором технологічних активів і людських ресурсів, здатних керувати цими підходами та використовувати їх. У роботі [14] автори пропонують оригінальний підхід до формування команди. Це полегшений гібридний підхід, який поєднує в собі три різні техніки: методику, орієнтовану на знання, для пошуку найбільш компетентної команди для певного проекту на основі полегшеної семантичної моделі знань, навичок і ставлень; підхід «згори донизу», обраний лідером, коли компетентні члени, обрані на попередньому етапі, можуть пропонувати свої команди кандидатів; висхідний нечіткий консенсусний механізм, у якому працівники організації можуть висловлювати свої переваги щодо команд кандидатів. Також представлено концептуальну архітектуру інтелектуальної системи, що реалізує підхід.

Автори [18] провели кількісний аналіз наявних запитів на команду підтримки, опитування спеціалістів із підтримки продуктів, щоб зрозуміти поточну практику підтримки продуктів. За необхідності спеціалісти служби підтримки співпрацюють з іншими командами: розробниками чи спеціалістами з контролю якості (тестувальниками) для діагностики та вирішення складних проблем.

У статті [63] автори розглядають можливість вирішення проблеми за допомогою повторного використання рішення старого подібного випадку. Це рішення попередньо зберігається в пам'яті випадків (базі випадків), і його

можна або отримати та застосувати безпосередньо до поточної проблеми, або переглянути та адаптувати до нової проблеми.

В [29] зазначено, що підібрати команду для виконання проекту – завдання не з легких. Оскільки будь-який проект має фінансові наслідки, керівництво компанії ретельно підходить до вибору команди проекту. На практиці застосовують кілька варіантів багатокритеріальних моделей прийняття рішень. Автори [29] пропонують модифікований нечіткий підхід до відбору команди проекту, в якому поєднали багатокритеріальний підхід з динамічним зважуванням для кожного параметра. Основними параметрами проектування в цій моделі є перетворення вхідних даних у нечітку форму, проектування оцінки неналежності та обчислення недетермінованих значень на основі оцінок приналежності та неналежності. Нарешті, фазифікований вихід перетворюється на чіткий набір, відомий як дефазифікація. Цей метод допомагає визначити найбільш кваліфікованих кандидатів із групи претендентів з врахуванням міри їх здібностей.

Дослідження [23] спрямоване на гнучку розробку програмного забезпечення (Agile), якій властива самоорганізація команд, які демонструють високий рівень автономії. Гнучкі команди, що самоорганізуються, призначені для того, щоб ділитися діяльністю з управління проектами, як-от оцінка, планування та визначення вимог, з менеджерами та клієнтами. Автори вказують на те, як висока участь самоорганізованих гнучких команд впливає на повсякденну діяльність з управління проектами, та визначають набір із восьми проблем з управління проектами, з якими зіткнулися самоорганізовані гнучкі команди на різних рівнях. До них належать відстрочені/змінні вимоги та залучення спонсорської підтримки вищого керівництва на рівні проекту; досягнення крос-функціональності та ефективних оцінок на командному рівні; утвердження автономії та самопризначення на індивідуальному рівні та відсутність критеріїв прийняття та залежностей на рівні завдання. У статті також розповідається про практичні наслідки та рекомендації для гнучких

команд, їхніх менеджерів і клієнтів щодо подолання деяких із цих проблем. Також представлено відображення між виникаючими проблемами та стандартними діями з управління проектами.

Вибір найбільш прийнятних проектів із заданого набору інвестиційних пропозицій вважається критичним питанням, для якого особа, яка приймає рішення, бере до уваги кілька аспектів. Оскільки багато з цих аспектів можуть бути суперечливими, проблема розглядається як багатоцільова. У дослідженні [43] розглянуто проблему вибору багатоцільового проекту, коли загальні вигоди повинні бути максимально збільшені, а загальний ризик повинен бути мінімізований.

Планування робочої сили – це складна проблема для вирішення, яка спрямована на те, щоб максимально задовольнити цілі роботодавців і переваги працівників шляхом створення досить бажаних графіків. Але іноді цілі та переваги можуть бути невизначені точно. Ця проблема призводить до того, що планування робочої сили набуває нечіткого характеру [48].

В наукових дослідженнях, спрямованих на виявлення факторів впливу на виконання проектів, все частіше використовується теорія нечітких множин, зокрема [38, 66].

У статті [48] представлено нечітку багатоцільову математичну модель для задачі планування робочої сили з різними навичками, враховуючи неточні цільові значення цілей роботодавців і уподобань працівників. Таким чином, модель програмування нечітких цілей розроблена для представленої математичної моделі, і два підходи до нечітких рішень використовуються для перетворення моделі програмування нечітких цілей у дві одноцільові моделі. Продуктивність запропонованих алгоритмів перевіряється, а результати порівнюються один з одним для вибору найкращого варіанту.

Стаття [22] пропонує покроковий підхід для точної оцінки часу та вартості проектів з використанням техніки оцінки та перегляду проекту та експертних поглядів як нечітких чисел.

Система нечіткої логіки, розроблена в [9], спрямована на визначення фінансового ризику проектів, що фінансуються зі структурних фондів, коли відбуваються зміни у вартості проекту, тривалості проектів і тривалості реалізації. Відомо, що ці два фактори впливають на фінансовий ризик.

Нечітка модель оцінки ризику неуспішного завершення ІТ-проекту запропонована в [32]. Метою цієї статті є виявлення критичних факторів невдач для ІТ-проектів, класифікація цих факторів на основі їх початкового джерела та визначення пріоритетів за допомогою процесу нечіткої аналітичної ієрархії.

Система нечіткого висновку для оцінки успішності проекту представлена в [15]. Надійна запропонована експертна нечітка модель прийняття рішень складається з трьох вхідних змінних (статус проекту, ризик проекту, якості проекту), одного блоку правил і однієї вихідної змінної (успіх проекту).

Нечітка модель оцінки ризиків проектів на основі рекомендацій Олени, запропонована в [7], містить триетапну процедуру, включаючи оцінку вразливості, оцінку наслідків і загальну оцінку ризику. Усі етапи використовують нечіткі міркування, щоб впоратися з властивою невизначеністю, нав'язаною проектами.

Дослідження [16] представляє експертну нечітку модель для оцінки рівня успішності проекту, включаючи часткові підмоделі.

Метод нечіткої оцінки факторів впливу на якість функціонування інформаційної системи розроблено в [54]. В її основі лежить нечітка система, входами якої є стани надійності програмного, технічного та інформаційного забезпечення, а виходом – якість функціонування системи.

У статті [34] аналізуються різні методи структурної та параметричної оптимізації нечітких систем керування та прийняття рішень. Особливу увагу приділено вибору ієрархічної структури, скороченню бази правил і реконфігурації за наявності неповних наборів даних.

Вплив зовнішнього середовища проекту на його реалізацію розглядається частково в нечіткій моделі [55], яка має вхідні значення фактора середовища, фінансових і людських ресурсів.

Враховуючи сучасні тенденції щодо використання методів нечіткої логіки в управлінні проектами, авторами [56] було запропоновано проаналізувати вплив як зовнішніх, так і внутрішніх факторів на термін виконання проекту, фінансові, людські ресурси, на своєчасність завершення проекту. Розроблена нечітка система управління IT-проектами складається з підсистем, які можна розглядати як окремі самодостатні частини. Запропонований метод дозволяє керівникам проекту оцінювати вплив факторів середовища проекту на людські та фінансові ресурси, тривалість окремих робіт і проекту в цілому, а також створює основу для активних змін у проектній діяльності.

Дослідження відомих підходів показало, що впродовж останніх десятиліть виникла потреба у переосмисленні методів управління проектними роботами не лише на стадії їх реалізації, а ще й на початкових етапах. Так як здебільшого проектна діяльність відбувається в умовах невизначеностей, то, як наслідок, набули широкого застосування методи управління проектами, що базуються на нечіткій логіці. Такі моделі управління проектами беруть до уваги різні варіації та особливості впливаючих факторів чи проектних показників і дають змогу ефективно здійснювати проектну діяльність.

Тому дослідження метрик завдань IT-проекту та розробка моделі для встановлення пріоритету робіт проекту бізнес-аналітиком є актуальною задачею і метою даного дослідження.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати особливості проектної діяльності у сфері інформаційних технологій та вимоги, що ставляться до IT-продуктів;
- визначити напрямки діяльності бізнес-аналітика IT-проектів;

- визначити критерії створення та оцінювання історій користувача, дії бізнес-аналітика залежно від стану показників завдань;
- розробити алгоритм аналізу показників метрик завдань проекту та визначення пріоритету;
- здійснити математичний опис залежності пріоритету робіт проекту від показників метрик;
- розробити нечітку систему визначення пріоритету робіт ІТ-проекту на основі показників метрик;
- дослідити запропоновану нечітку систему та проаналізувати отримані результати.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано особливості управління ІТ-проектами та фази життєвого циклу. Кожна з цих фаз складається з окремих процесів, які її характеризують та визначають набір робіт, які дозволять вчасно виконати ІТ-проект та отримати якісний продукт. Найважливішою стадією є формування вимог до продукту проекту.

2. Для успішної реалізації ІТ-проектів необхідно розробити вимоги до продукту, застосувати проактивне управління роботами проектів, завдяки чому керівництво ІТ-компанії та бізнес-аналітик зокрема на основі аналізу метрик проектних завдань зможуть спрогнозувати завантаженість команди проекту роботою в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх факторів середовища проекту.

3. Проаналізовано сучасні підходи до виконання робіт ІТ-проекту. Дослідження відомих підходів показало, що впродовж останніх десятиліть виникла потреба у переосмисленні методів управління проектними роботами не лише на стадії їх реалізації, а ще й на початкових етапах. Так як здебільшого проектна діяльність відбувається в умовах невизначеностей, то,

як наслідок, набули широкого застосування методи управління проектами, що базуються на нечіткій логіці.

2 ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ІТ-ПРОЕКТУ ТА КРИТЕРІЇВ ЇХ ОЦІНЮВАННЯ БІЗНЕС-АНАЛІТИКОМ

2.1 Роль бізнес-аналітика у виконанні ІТ-проекту

Бізнес-аналітик - це фахівець, який розбирається в предметній області і процесах створення продукту, тому знаходить спільну мову як з клієнтом, так і з розробниками [25-28].

Бізнес-аналітик відповідає на питання що і як буде працювати, з якою метою і для кого. Всі інші питання забирає на себе проектний менеджер. Якщо бізнес-аналітик знає, що треба зробити, то проектний менеджер знає, як це зробити.

Бізнес-аналітик повинен мати хороші аналітичні здібності, розвинені комунікативні навички. Потрібно вміти аналізувати предметну область, вивчити діяльність, на яку буде спрямовано чи в якій буде впроваджено продукт проекту, працювати з великими обсягами інформації.

Залежно від специфіки організації діяльності ІТ-компанії робота бізнес-аналітиків може здійснюватися в двох напрямках: на посилене спілкування з замовником (на заміщення ролі проектного менеджера) або на проектування архітектури ІТ-продукту (на заміщення ролі Product Manager).

З іншого боку, напрям діяльності ІТ-компанії теж може бути різним, тому бізнес-аналітики можуть або працювати над зовнішніми проектами для замовників, або займатися вдосконаленням власних розробок (ІТ-продуктів) компанії, якщо вона розробляє і пропонує на ринок свої рішення у сфері інформаційних технологій.

До переліку прямих обов'язків бізнес-аналітика належить [10, 11]:

- збір та формулювання високорівневих вимог до програмного продукту;
- розробка концепції продукту;

- разом із деякими представниками команди проекту розробка технічного завдання на створення ІТ-продукту;
- визначення структури продукту та зв'язків між елементами;
- визначення технологій для пропонованих програмних рішень;
- аналіз альтернативних варіантів їх реалізації і обґрунтування вибору найбільш прийняттого з них з врахуванням потреб і можливостей замовника;
- подальший аналіз і управління змінами вимог до ІТ-продукту;
- проектування інтерфейсу користувача, формату і способу взаємодії між користувачем і програмою;
- оцінювання завантаженості команди проекту, трудовитрат та фінансів.

За своєю суттю, діяльність бізнес-аналітика має на меті поєднати уявлення замовника про його бажаний ІТ-продукт із реальністю.

Бізнес-аналітик має бути посередником між замовником та командою розробників. Він повинен так будувати свою діяльність, щоб у всіх, хто так чи інакше залучений до процесу створення та впровадження ІТ-продукту в експлуатацію було єдине бачення того, що саме буде результатом проекту і навіщо він реалізується [25, 26].

Головним завданням бізнес-аналітиків у ІТ-компаніях є контроль над тим, щоб створюваний ІТ-продукт повністю задовільняв потребам та вимогам замовника та був якісним.

Оскільки бізнес-аналітик є сполучною ланкою між замовником і командою проекту, то він повинен супроводжувати клієнта від початку і до кінця реалізації продукту проекту.

Іноді в процесі виконання проекту можуть виникати різні технічні проблеми чи суперечливі питання. Бізнес-аналітик повинен з'ясувати побажання замовника, знаючи його вимоги до продукту, проконсультувати його щодо ситуації, що склалась, та представити можливі шляхи вирішення проблем та завдань, спрямованих на їх вирішення.

Кожен член команди проекту, маючи на меті постійне працевлаштування, із нетерпінням очікує, чи зможе бізнес-аналітик «оформити» до кінця клієнта, чи з'явиться щось цікаве для роботи, якої складності буде пропоноване в результаті перемовин завдання.

Оскільки основні завдання бізнес-аналітика пов'язані зі збором та аналізом інформації, то важливе значення має вміння виділяти основні (ключові) моменти й робити відповідні висновки.

У зв'язку з цим у деяких ІТ-компаніях або при виконанні деяких проектів розподіляють завдання бізнес-аналізу і системного аналізу. Все залежить від міри деталізації вимог. Бізнес-аналітик працює з бізнес-вимогами, на основі яких системний аналітик формує системні вимоги до ІТ-продукту.

Будучи посередником між клієнтом та командою ІТ-спеціалістів, бізнес-аналітик переводить бізнес-потреби в площину програмного забезпечення та організаційних рішень.

При цьому важливою є здатність бізнес-аналітика приймати рішення в умовах невизначеності.

Функції бізнес-аналітика:

- збір інформації шляхом проведення опитувань, досліджень ринку, інтерв'ювання замовника та інших зацікавлених осіб з метою виявлення їх поточних і майбутніх потреб;
- розробка пропозицій і рекомендацій, здатних задовільнити реальні потреби замовника;
- презентація рішення замовнику;
- консультування замовника з питань оптимізації його бізнес-процесів;
- написання необхідної документації;
- ефективна взаємодія з командою розробників і замовником протягом усього циклу проекту.

Кваліфікований та досвідчений бізнес-аналітик є невід’ємною складовою успіху будь-якого ІТ-проекту. Він повинен вміти аналізувати різноманітні інформаційні та технічні дані, щоб прийняти правильне рішення. Щодо компанії замовника, то основним завданням бізнес-аналітика є аналіз її бізнес-процесів та виявлення можливостей для поліпшення діяльності.

Першочерговим завданням бізнес-аналітика є збір всієї інформації та пропозицій замовника, їх аналіз, доповнення та вдосконалення, а а потім передача їх команді розробників.

Оскільки бізнес-аналітик є посередником між бізнесом замовника та командою розробників, то його функції можуть варіювати залежно від розміру компанії та особливостей (розміру, тривалості) проекту.

Перетинатися можуть завдання бізнес-аналітика, які стосуються:

- комунікації з замовниками та іншими зацікавленими сторонами для визначення бізнес-потреб, збирання та аналізу вимог;
- документування вимог і відстеження змін;
- стратегічного аналізу, який передбачає повне занурення у сфери бізнесу замовника, які стосуються проекту;
- проектування рішень під час спільної роботи з командою розробників з урахуванням бізнес-процесів замовника;
- планування власних (бізнес-аналітика) завдань і завдань команди розробників, відстежування результатів їх виконання;
- оцінювання пропонованих та реалізованих рішень.

Отже, робота бізнес-аналітика здебільшого складається з таких етапів:

- збір початкових даних, визначення мети та цілей проекту;
- визначення та аналіз зацікавлених сторін проекту;
- виявлення, документування та аналіз вимог стейкхолдерів до ІТ-продукту;

- пошук разом із командою проекту найкращих з можливих альтернативних рішень для замовника та їх затвердження;
- передача вимог розробникам і відстежування їх правильного втілення.

Таким чином, бізнес-аналітик в команді розробників виконує наступні функції:

1. Підготовка скоупу/ опис/епік/юзер сторі
2. Грумінг юзер сторей
3. Пріоритизація юзер сторей – постановка в спринт
4. Супровід – питання/відповіді
5. UAT (User acceptance test) – валідація, чи ПО відповідає очікуванню бізнес-аналітика.

Більшість метрик і оцінок роботи бізнес-аналітика розглядаються саме в контексті підготовки скоупу. При цьому діяльність бізнес-аналітика спрямована на:

- вивчення та аналіз бізнес-процесів сфери діяльності замовника для відображення їх у вимогах до ІТ-продукту;
- збір вимог від зацікавлених сторін, визначення їх важливості та пріоритетності, вирішення конфліктних ситуацій;
- формування та документування вимог;
- розробка архітектури, макетів та прототипів продукту.

Грумінг/пріоритизація/супровід/ UAT – це все покривається наступними обов’язками бізнес-аналітика:

- взаємодія з командами розробників та QA-інженерами для забезпечення відповідності ІТ-продукту вимогам замовника та інших зацікавлених сторін;
- розробка стратегій тестування та контролю якості продукту ІТ-проекту.

Ефективність бізнес-аналітика можна визначити за такими категоріями:

1. Ефективність збору вимог – вимірювати час, що витрачає бізнес-аналітик на збір і документування вимог.
2. Індекс стабільності вимог – відношення змін до вимог до загальної кількості вимог.
3. Задоволення стейкхолдерів – рівень задоволення роботою бізнес-аналітика різних зацікавлених сторін.
4. Рівень пропущених вимог – відношення кількості вимог, уточнених під час імплементації проекту, до загальної кількості вимог.
5. Ефективність валідації вимог – відношення кількості валідованих вимог до загальної кількості вимог.
6. Час роботи над запитом щодо зміни вимог – час на внесення змін у вимоги і впровадження їх в проект.
7. Відсоток високопріоритетних вимог - вимірює пропорцію високопріоритетних вимог.
8. Взаємозв'язок вимог (простежуваність, взаємозалежність, зв'язок) - визначає, наскільки вимоги пов'язані між собою.
9. Рівень вирішення завдань – наскільки швидко бізнес-аналітик вирішує проблеми (питання, завдання), що виникають під час проекту.
10. Коливання витрат – порівняння планових і реальних витрат.
11. Рівень вчасного виконання завдань.
12. Рівень успішності UAT.

Показники діяльності бізнес-аналітика з розподілом їх по категоріях подано у таблиці 2.1.

Ці показники не дають відповіді на питання – чи достатньо швидко і якісно відбувається робота бізнес-аналітика, щоб гарантувати керуваність і безперебійну роботу проекту і вчасно здійснювати організаційні дії.

Дані показники показують ефективність бізнес-аналітика в контексті окремих завдань. Іноді може скластись ситуація, що бізнес-аналітик чудово відповідає всім критеріям, але команда залишається недозавантаженою і, отже, робота над проектом відбувається неефективно.

Таблиця 2.1 – Показники діяльності бізнес-аналітика

Категорія	Показники
Комунікація і планування	<ul style="list-style-type: none"> Відхилення оцінки складності у відсотках
Управління вимогами	<ul style="list-style-type: none"> Кількість процесів, що не були змінені (будь-який процес, що мав би бути змінений, але зміненим не був) Кількість стандартів організації, що не були дотримані Середня кількість ітерацій (порівняно до стандартів) Чи вдалось БА пріоритизувати вимоги (відсоток пріоритизованих вимог) Кількість БА інструментів і технік, що були використані Наскільки успішними (ефективними) були інструменти і техніки Чи пропонує БА рішення Відсоток прийнятих порад для вдосконалення, які запропонував БА Чи БА навчається і вдосконалює свої навички Чи БА застосовує «винесені уроки» (чи продовжує робити ті ж помилки)
Знання і Навички БА	<ul style="list-style-type: none"> Кількість задокументованих перевикористаних вимог Адаптивність до культури організації Критерії організаційних навичок БА: <ul style="list-style-type: none"> – кількість зустрічей до кількості висновків і домовленостей – кількість переглядів і коментів до кількості стейкхолдерів – відсоток зустрічей зі зміною дати – відсоток виконаних крайніх термінів стейкхолдерами
Задоволення стейкхолдерів	<ul style="list-style-type: none"> Суб'єктивна думка щодо навичок БА Задоволення стейкхолдерів: <ul style="list-style-type: none"> – чи були вимоги чіткими (чи вимоги чітко і ясно задокументовані і візуалізовані); – як ви оціните комунікативні навички БА?; – як ви оціните знання предмету дослідження?; – як ви оціните повноту аналізу? (чи залучив БА усіх потрібних стейкхолдерів); – як ви оціните проактивність БА?; – чи була моя думка прийнята до уваги?; – як ви оціните рівень залучення БА?; Чи був БА підготовлений до всіх зустрічей, що він назначив? <ul style="list-style-type: none"> – відсоток імплементованих фічей (функціонал ПО), що реально використовуються після впровадження; – кількість задоволених бізнес-потреб. Як багато часу зайняло прийняття рішення (ПО) Кількість запитів для консультацій
Управління запитами на зміни	<ul style="list-style-type: none"> Кількість запитів на зміни (ініційовані не по причині зміни бізнесу) (цей показник вимірює пропущені вимоги, стейкхолдерів, систем, що мають вплив на зміну): Кількість баг від дефектних вимог
Ефективність	<ul style="list-style-type: none"> Вклад – переваги внаслідок змін. Чи були впроваджені інновації БА? Чи може БА вкластись в бюджет і вирішити реальні потреби Швидкість виконання завдань, якість знань та навичок БА

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

1. Основна робота бізнес-аналітика припадає на визначення і документування вимог:

- a. робота з клієнтами;
- b. робота з командою по верифікації вимог;
- c. опис в формі і в засобах доступних команді (Confluence and Jira – найпопулярніші програмні продукти для опису вимог та управління беклогом).

2. Взаємодія з командою - це вже робота з підготовленим скоупом, відповідно займає менше часу, але впливає на ефективність команди.

Відкритим питанням залишається такий критерій – чи бізнес-аналітик підготував достатньо скоупу для того, щоб можна було прогнозувати роботу команди.

2.2 Критерії створення та метрики оцінювання історій користувача

Для з'ясування базових функцій ІТ-продукту, що будуть реалізовуватись під час виконання проекту, в сучасних гнучких методологіях управління проектами використовуються історії користувача (user story), які є швидким способом оперування вимогами користувача [2, 3, 35].

Історія користувача — це неформальне загальне пояснення функції програмного забезпечення, написане з точки зору кінцевого користувача. Його мета полягає в тому, щоб сформулювати, як функція програмного забезпечення надасть цінність клієнту. Прочитавши історію користувача, команда знає, чому вони будують, що вони будують і яку цінність це створює. Вони допомагають створити орієнтовану на користувача структуру для повсякденної роботи, що сприяє співпраці, творчості та покращенню продукту в цілому.

Історії користувачів — це кілька речень простою мовою, які окреслюють бажаний результат. Вони не вдаються в подробиці. Вимоги

додаються пізніше, після узгодження командою. Історії добре вписуються в гнучкі структури, такі як Scrum і Kanban. У scrum історії користувачів додаються до спринтів і «спалюються» протягом спринту. Команди Kanban збирають історії користувачів у свій резерв і запускають їх у своєму робочому процесі. Саме ця робота над історіями користувачів допомагає scrum-командам краще оцінювати та планувати спринт, що веде до більш точного прогнозування та більшої гнучкості. Завдяки історіям команди канбану навчаються керувати незавершеною роботою і можуть удосконалювати свої робочі процеси.

Історії надають команді важливий контекст і пов'язують завдання з цінністю, яку ці завдання приносять. Історії користувачів мають низку ключових переваг: Історії зосереджують увагу на користувачеві. Список справ зосереджує команду на завданнях, які потрібно перевірити, а набір історій зосереджує команду на вирішенні проблем реальних користувачів. Історії дозволяють співпрацювати. Визначивши кінцеву мету, команда може працювати разом, щоб вирішити, як найкраще обслуговувати користувача та досягти цієї мети. Історії спонукають до творчих рішень. Історії заохочують команду критично та креативно думати про те, як найкраще вирішити кінцеву мету. Історії створюють імпульс. З кожною новою історією команда розробників насолоджується маленьким викликом і маленькою перемогою, що дає імпульс на перспективу.

Коли історія написана, настав час інтегрувати її у робочий процес. Під час наради з планування спринту або ітерації команда вирішує, які історії вони розглядатимуть у цьому спринті. Члени команди проекту обговорюють вимоги та функціональні можливості, необхідні для кожної історії користувача. Це можливість проявити технічну та креативну команду в реалізації історії. Після узгодження ці вимоги додаються до історії.

Іншим поширеним кроком на цій зустрічі є оцінка історій на основі їх складності або часу до завершення. Розмір історії має бути таким, щоб завершити її за один спринт, тому, коли команда специфікує кожну історію,

вони обов'язково розбивають історії, які перевищуватимуть ці межі завершення.

Під час написання історій користувачів необхідно враховувати наступне. Визначення готовності — історія зазвичай вважається «готовою», коли користувач може виконати окреслене завдання, але потрібно обов'язково визначити, що це за завдання, виокремити підзавдання та вирішити, які конкретні кроки потрібно виконати та хто відповідає за кожен із них.

Далі необхідно чітко означити для кого, для яких користувачів створюється продукт. Якщо є кілька кінцевих користувачів, то потрібно створити кілька історій.

Кроки виконання мають бути впорядковані, тому для кожного кроку більшого процесу необхідно також написати історію.

Крім того, слід прислухатися до відгуків користувачів та описати проблему чи потребу їхніми словами.

Важливим елементом є час. Багато команд розробників взагалі уникають обговорень часу, покладаючись натомість на свої системи оцінки. Оскільки історії мають бути завершені за один спринт, історії, на завершення яких можуть знадобитися тижні чи місяці, слід розбити на менші історії або вважати їх власною епопеєю.

Після того, як історії користувачів будуть чітко визначені, потрібно зробити їх видимими та зрозумілими для всієї команди.

Таким чином, для створення історій користувачів необхідно:

1. Вирішити, як виглядатиме «зроблено». У більшості випадків історія користувача описує кінцевий стан, коли користувач здатний виконати завдання або досягти описаної мети за допомогою розробленого продукту.

- 2: Задokumentувати завдання та підзадачі. Хоча історія користувача включає стандартне твердження: «Як [персона], я хочу [функцію], щоб [причина]», потрібно також задokumentувати деталі, необхідні для

завершення роботи з розробки, описаної в історії. Це означає окреслення завдань і підзавдань і призначення їх потрібним людям.

3. Визначити тип користувача чи клієнта. Якщо є кілька різних користувачів, то можна розбити завдання на кілька історій користувачів. Таким чином команда проекту зможе зосередитися на тому, щоб допомогти конкретній персоні досягти конкретної мети для кожної історії.

4: Створювати історії як упорядковані кроки. Концепція відображення історій користувачів передбачає, що можна розглядати весь продукт як серію завдань або завдань, які продукт допомагає виконувати користувачам. Тому, якщо треба структурувати роботу над більшим процесом або більш повним набором функціональних можливостей продукту, то доцільно записати кожен самодостатній крок як історію.

5. Отримати відгуки користувачів. Щоб покращити шанси на виділення ресурсів на реалізацію розробки, яка відповідатиме потребам ринку, потрібно визначити пріоритети користувачів та замовника та дізнатися, що вони хочуть ще більше від продукту.

6: Створити чернетки історій, які можна завершити за один спринт. Історії користувачів, які займають більше часу, ніж один спринт (зазвичай два тижні), слід розбити на менші історії. Таким чином команда отримує відчуття завершеності кожного спринту, тому що вони можуть щоразу виконувати нові функції. Це також дозволяє команді частіше просувати нові функції на ринок.

Гнучкі методології надають перевагу особистому спілкуванню перед вичерпною документацією та швидкій адаптації до змін замість фіксації задач [2, 3, 35].

Історії користувача досягають цього, бо:

- вони короткі, надають невеликі порції вимог, які можуть бути реалізовані за кілька днів чи тижнів;
- дозволяють розробнику та представнику клієнта обговорювати вимоги протягом життєвого циклу проекту;

- потребують зовсім мало обслуговування;
- дозволяють ближчий контакт зі споживачем;
- дозволяють розбивати проект на маленькі кроки;
- підходять до проектів, в яких вимоги нестійкі чи малозрозумілі, а ітерації розкриття вимог спрямовують процес вдосконалення продукту;
- полегшують оцінку складності розробки;
- завдяки близькому контакту з замовником реалізуються найважливіші для нього частини проекту.

Якість написання User Story та можливість працювати з нею визначається за критеріями INVEST:

- I – Independent – незалежна (слід уникати залежності між історіями, через те, що іноді це призводить до проблем під час впровадження).
- N – Negotiable – обговорювана (після написання чернетки історії слід обговорити її із зацікавленими сторонами і, при потребі, внести зміни чи виправити неточності).
- V – Valuable – цінна (кожна історія повинна надавати користь як користувачу, так і продукту, а опис має створюватися так, щоб цінність була найбільш очевидна).
- E – Estimable – оцінювана (історія повинна бути настільки зрозуміло і чітко написана, щоб у розробника було достатньо розуміння для її оцінювання та виконання).
- S – Small – компактна (розмір та час на реалізацію).
- T – Testable – тестована.

Таким чином, історії користувача є корисним форматом опису вимог, що надає можливість команді проекту придумати саме те рішення, яке задовільнить потребу кінцевого користувача.

У таблиці 2.2 описано різні варіанти метрик історій користувача та відповідні дії бізнес-аналітика.

Таблиця 2.2 – Метрики User Story та дії бізнес-аналітика

Стан готовності User Story	Дозвіл працювати над User Story	Оцінка складності User Story	Належність User Story до категорій	Пояснення	Дії бізнес-аналітика
1	2	3	4	5	6
Нова	Дозволено	Не визначена	Можливий майбутній скоуп (кількість сторей)	Визначені потенційні вимоги без деталей, але такі що необхідно опрацювати БА. Важливо, що ПО не мають бачення, скільки ресурсів потрібно інвестувати.	Опрацювати, надати інформацію ПО по необхідних ресурсах. Потенційно такі сторі перейдуть або в підтверджені до роботи, або можуть бути визначені як недозволені через необхідність залучення великої кількості ресурсів
Нова	Дозволено	Визначена	Можливий майбутній скоуп (в сторі поінтах)	Визначені потенційні вимоги без деталей, але такі, що необхідно опрацювати БА. Присутня оцінка від ПО означає розуміння по ресурсах і збільшує імовірність, що сторі піде в роботу.	Опрацювати, надати інформацію ПО по необхідних ресурсах. Потенційно такі сторі перейдуть або в підтверджені до роботи, або можуть бути визначені як недозволені через необхідність залучення великої кількості ресурсів у випадку, якщо оцінка командою не буде збігатись із оцінкою ПО
Нова	Не дозволено	Не визначена	Не дозволений майбутній скоуп (кількість сторей)	Визначені потенційні вимоги без деталей, але такі, що поки не потрібні бізнесу.	Потенційна робота, якщо пропрацьований дозволений скоуп і є потреба формувати задачі для команди на майбутні спринти
Нова	Не дозволено	Визначена	Не дозволений майбутній скоуп (в сторі поінтах)	Визначені потенційні вимоги без деталей, але такі, що поки не потрібні бізнесу. Присутня оцінка від ПО означає розуміння по ресурсах і збільшує імовірність, що сторі піде в роботу.	Потенційна робота, якщо пропрацьований дозволений скоуп і є потреба формувати задачі для команди на майбутні спринти
Чорновик	Дозволено	Не визначена	Сторі і стадії дослідження і розробки (кількість сторей)	Визначені потенційні вимоги з деякими деталями, але не до кінця пропрацьовані БА і ПО, такі що необхідно опрацювати. Важливо, що ПО не мають бачення скільки ресурсів потрібно інвестувати.	Опрацювати, надати інформацію ПО по необхідних ресурсах. Потенційно такі сторі перейдуть або в підтверджені до роботи, або можуть бути визначені як недозволені через необхідність залучення великої кількості ресурсів. Зазвичай такі сторі - це джерело задач для команди на середньострокову перспективу.

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
Чорновик	Дозволено	Визначена	Сторі і стадії дослідження і розробки в сторі принтах	Визначені потенційні вимоги з деякими деталями, але не до кінця пропрацьовані БА і ПО такі що необхідно опрацювати. Присутня оцінка від ПО означає розуміння по ресурсах.	Опрацювати, надати інформацію ПО по необхідних ресурсах. Потенційно такі сторі перейдуть або в підтверджені до роботи, або можуть бути визначені як недовolenі через необхідність залучення великої кількості ресурсів. Зазвичай такі сторі - це джерело задач для команди на середньострокову перспективу. Задачі з оцінкою ПО зазвичай можна швидше перевести в готові
Чорновик	Не дозволено	Не визначена	Не дозволені сторі і стадії дослідження і розробки (кількість сторей)	Визначені потенційні вимоги з деякими деталями, але не до кінця пропрацьовані БА і ПО та переведені в недовolenі	Такі сторі важливо переглядати періодично з ПО - так як є вірогідність, що потреба в них з'явиться. Зазвичай це низько-пріоритетні завдання, які було б добре зробити, коли є вільні ресурси
Чорновик	Не дозволено	Визначена	Не дозволені сторі та стадії дослідження і розробки (в сторі поінтах)	Визначені потенційні вимоги з деякими деталями, але не до кінця пропрацьовані БА і ПО, та переведені в недовolenі	Такі сторі важливо переглядати періодично з ПО - так як є вірогідність, що потреба в них з'явиться. Зазвичай це низькопріоритетні завдання, які було б добре зробити, коли є вільні ресурси
Готова	Дозволено	Не визначена	Готові до затвердження ПО (кількість сторей)	Визначені вимоги до кінця пропрацьовані БА і ПО готові до підтвердження	Це кандидати для роботи команди в найближчі спринти. Важливо вчасно отримати підтвердження від ПО - як фінальну валідацію правильного розуміння. При апруві буває, що сторі повертається в драфт, якщо бачення ПО не співпадає з описом задачі. Оскільки відсутня оцінка від ПО - БА може отримати оцінку команди і презентувати ПО реальну інформацію по залученню ресурсів

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
Готова	Дозволено	Визначена	Готові до затвердження ПО (в сторі принтах)	Визначені вимоги до кінця пропрацьовані БА і ПО готові до підтвердження	Це кандидати для роботи команди в найближчі спринти. Важливо вчасно отримати підтвердження від ПО - як фінальну валідацію правильного розуміння. При апруві буває що сторі повертається в драфт, якщо бачення ПО не співпадає з описом задачі.
Готова	Не дозволено	Не визначена	Не дозволені готові до затвердження ПО (кількість сторей)	Визначені вимоги до кінця пропрацьовані БА і ПО готові до підтвердження, але переведені в недозволені	Кандидати на повернення до дозволеного скоупу. При потребі швидко знайти задачу для команди, щоб догрузити - ідеальні сторі.
Готова	Не дозволено	Визначена	Не дозволені готові до затвердження ПО (в сторі принтах)	Визначені вимоги до кінця пропрацьовані БА і ПО готові до підтвердження, але переведені в недозволені	Кандидати на повернення до дозволеного скоупу. При потребі швидко знайти задачу для команди, щоб догрузити - ідеальні сторі.
Підтверджена	Дозволено	Не визначена	Сторі готові до передачі команді	-	Передати команді в роботу
Підтверджена	Дозволено	Визначена	Сторі готові до передачі команді	-	Передати команді в роботу
Підтверджена	Не дозволено	Не визначена	Неможлива комбінація	-	-
Підтверджена	Не дозволено	Визначена	Неможлива комбінація	-	-

Метриками історій користувача, які слід брати до уваги при встановленні пріоритету виконання робіт проекту, є готовність, дозвіл та складність завдань. Правильне визначення бізнес-аналітиком пріоритетності сприятиме успішній реалізації проектів та впевненості членів проектної команди у перспективі зайнятості.

2.3 Алгоритм аналізу метрик завдань ІТ-проекту

Як зазначено у підрозділі 2.1, до обов'язків бізнес-аналітика належить:

- аналіз бізнес-вимог і цілей проекту;

- аналіз і документування вимог замовника і користувачів;
- взаємодія із стейкхолдерами для виявлення їх потреб;
- оцінка функціональності ІТ-продукту на відповідність бізнес-потребам;
- узгодження пріоритетів із командою розробки та менеджментом проекту;
- оцінка складності та обсягу робіт.

Для прийняття рішення щодо виконання історій користувача, як окремих проектних завдань, необхідно розробити послідовність дій бізнес-аналітика щодо аналізу показників метрик ІТ-проекту. Це можливо реалізувати у вигляді алгоритму, поданого на рисунку 2.3, спрямованого на визначення пріоритету завдань проекту.

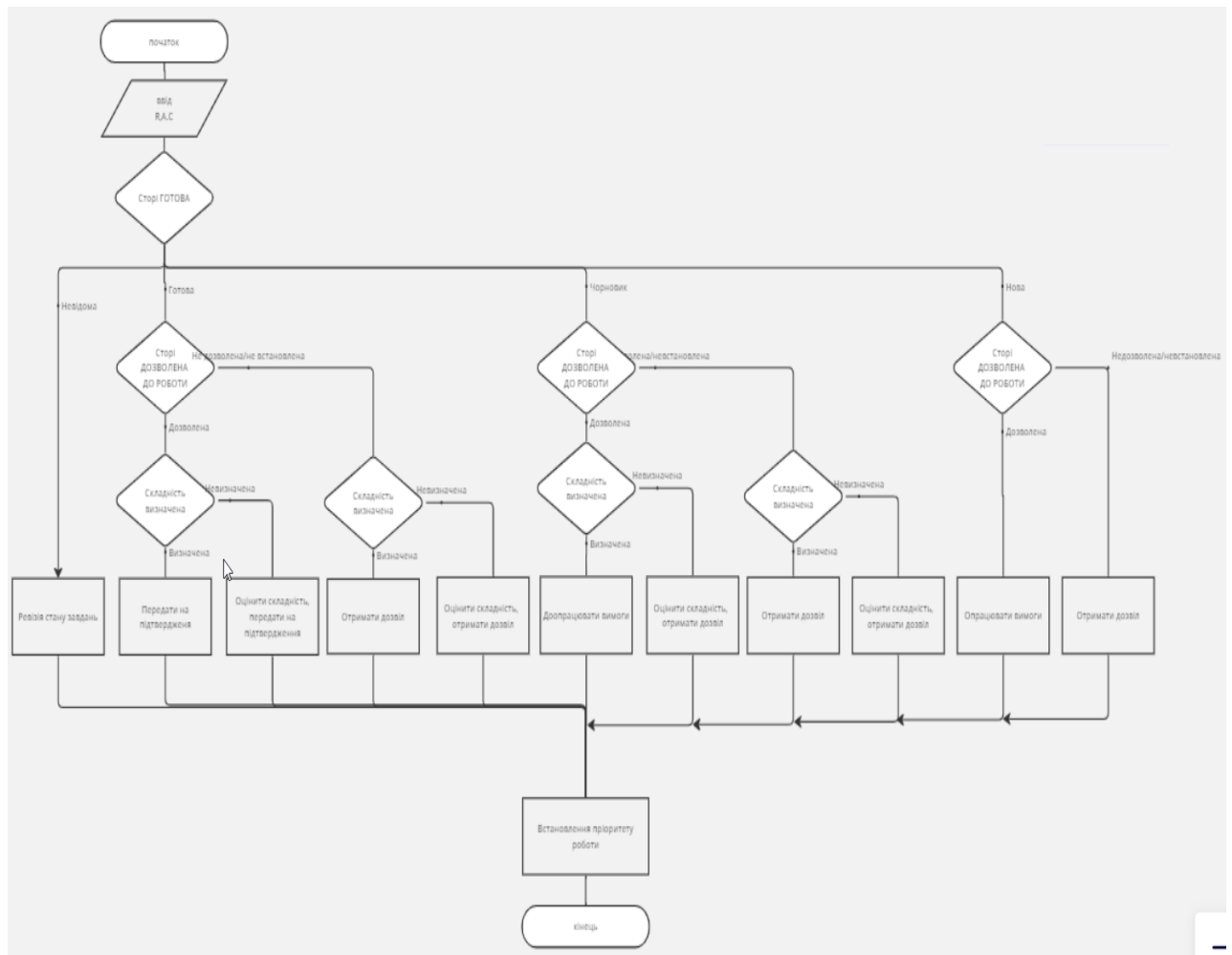


Рисунок 2.3 – Схема алгоритму аналізу метрик завдань проекту

Спочатку вводяться показники метрик ІТ-проекту: готовність (R), дозвіл (A) та складність (C).

Далі береться до уваги стан кожного показника та їх комбінація.

Зокрема, готовність завдання проекту може приймати чотири стани: невідоме, нове, чорновик, готове.

Якщо готовність невідома, то необхідна ревізія стану завдань. В інших випадках на прийняття рішення та подальші дії бізнес-аналітика буде впливати ситуація щодо дозволу та складності завдання.

У випадку готовності, наданому дозволі та визначеній складності завдання передається на підтвердження. Якщо при двох позитивних станах готовності та дозволу складність не визначена, то бізнес-аналітик повинен оцінити складність, після чого передати на підтвердження.

Якщо сторі готова, складність визначена, але дозвіл не надано, то необхідно його отримати.

В ситуації, коли завдання готове, але дозвіл не надано і складність не оцінена, потрібно виконати дії, спрямовані на встановлення складності та отримання дозволу.

Якщо завдання пропрацьоване в чорновому варіанті, але є дозвіл та оцінена складність, необхідно доопрацювати вимоги.

Для чорнового варіанту та наявного дозволу можливі й інші ситуації, наприклад, не визначена складність. У цьому випадку необхідно і доопрацювати вимоги, і оцінити складність завдання.

Якщо ж складність визначена, але для чорнового варіанту не встановлено дозвіл, потрібно його отримати. Якщо і складність не визначена, то необхідно її оцінити та отримати дозвіл.

Розглянемо представлену на алгоритмі ситуацію щодо нового завдання.

Якщо сторі нова і є дозвіл, то потрібно опрацювати вимоги до цього завдання.

У випадку, якщо дозвіл для нового завдання не наданий або не встановлений, потрібно, в першу чергу, його отримати.

На основі аналізу таких комбінацій параметрів метрик, встановлюється пріоритет завдань проекту.

Розроблений алгоритм доцільно використати для розроблення нечіткої моделі пріоритетності робіт проекту на основі встановлених бізнес-аналітиком метрик готовності, складності та наявності дозволу на виконання.

Висновки до розділу 2

1. Проаналізовано основні функції та обов'язки бізнес-аналітика. Головним завданням бізнес-аналітиків у ІТ-компаніях є контроль над тим, щоб розроблюваний ІТ-компанією продукт був якісним і повністю задовільняв вимогам замовника. Оскільки основні завдання бізнес-аналітика пов'язані зі збором і аналізом даних, то понад усе має значення вміння виділяти ключові моменти й робити вірні висновки. При цьому важливою є здатність приймати рішення в умовах невизначеності.

2. Більшість метрик і оцінок роботи бізнес-аналітика розглядаються саме в контексті підготовки скоупу. Відкритим питанням залишається такий критерій – чи бізнес-аналітик підготував достатньо скоупу для того, щоб можна було прогнозувати роботу команди.

3. Визначено основні критерії формування та метрики оцінювання історій користувача та відповідні дії бізнес-аналітика при комбінації їх різних варіантів.

4. Розроблено алгоритм аналізу метрик готовності, складності та наявності дозволу на виконання завдань проекту, результатом якого є визначення пріоритету робіт проекту.

5. Запропоновано розробити нечітку модель пріоритетності робіт проекту на основі встановлених бізнес-аналітиком метрик готовності, складності та наявності дозволу на виконання.

3 МОДЕЛЮВАННЯ МЕТРИК НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

3.1 Математична модель впливу метрик на пріоритет робіт проекту

Нехай, в ІТ-компанії виконується кілька проектів, кожен з яких складається з певної кількості завдань. Крім того, поступають замовлення на нові ІТ-продукти, що потребує затрат часу на виявлення потреб замовника, формування вимог та прийняття рішень щодо реалізації проекту. При цьому кожне завдання чи проект має певний рівень пріоритету (за 10-бальною шкалою):

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_{10}\}, \quad (3.1)$$

Тоді виконувані роботи проекту W будуть пов'язані з відповідним їм пріоритетом P у вигляді множини:

$$W = \{w_1(P), w_2(P), \dots, w_m(P)\}. \quad (3.2)$$

Рішення бізнес-аналітика щодо прийняття завдання чи проекту в цілому до виконання і завантаженість членів команди проекту роботою залежить від пріоритету, який, в свою чергу, визначається на основі встановлених метрик: готовності, дозволу та складності:

$$P = \{R_m, A_m, C_m\}, \quad (3.3)$$

де P – пріоритет завдання чи проекту в цілому;

R_m – готовність до виконання;

A_m – дозвіл на виконання;

C_m – складність завдання.

Кожна метрика також може бути представлена множинами своїх станів.

Зокрема, готовність до виконання R визначається як

$$R = \{n_m, d_m, r_m\}, \quad (3.4)$$

де n_m – нове завдання;

d_m – чорновий варіант;

r_m – готове завдання.

Дозвіл на виконання представляється множиною

$$A = \{a_m, b_m\}, \quad (3.5)$$

де a_m – дозволено;

b_m – не дозволено.

Складність завдання може бути або визначена, або ні, тобто:

$$C = \{c_m, u_m\}, \quad (3.6)$$

де c_m – дозволено;

u_m – не дозволено.

Залежно від стану показників відповідних метрик визначається пріоритет завдання.

Якщо завдання пропрацьоване (готове), складність його визначена та надано дозвіл на його виконання, то звичайно, його пріоритет буде «1»:

$$P_1(W) = \{r_m; a_m; c_m\}. \quad (3.7)$$

У випадку готовності завдання та наявного дозволу, але невизначеній складності пріоритет завдання «2»:

$$P_2(W) = \{r_m; a_m; u_m\}. \quad (3.8)$$

Якщо наявний чорновий варіант завдання і є дозвіл на виконання, то незалежно від стану показника складності (визначена чи не визначена), завдання матиме пріоритет «3»:

$$P_3(W) = \{ d_m; a_m; (c_m, u_m) \}. \quad (3.9)$$

Для завдань, що належать до нових, для яких може бути довільний стан складності, але надано дозвіл, пріоритет виконання буде «4»:

$$P_4(W) = \{ n_m; a_m; (c_m, u_m) \}. \quad (3.10)$$

В ситуації, коли завдання готове і складність його визначена, але немає дозволу на виконання, пріоритет буде «5»:

$$P_5(W) = \{ r_m; b_m; c_m \}. \quad (3.11)$$

Пріоритет «6» встановлюється, коли завдання готове, але дозвіл не надано і складність не визначена:

$$P_6(W) = \{ r_m; b_m; u_m \}. \quad (3.12)$$

Якщо завдання опрацьоване в чорновому варіанті і ще немає дозволу, то незалежно від визначеності складності, виконуватись воно буде під пріоритетом «7»:

$$P_7(W) = \{ d_m; b_m; (c_m, u_m) \}. \quad (3.13)$$

У випадку нового завдання, відсутності дозволу та незалежно від визначеності складності, пріоритет буде «8»:

$$P_8(W) = \{ n_m; b_m; (c_m, u_m) \}. \quad (3.14)$$

Пріоритет «9» встановлюється, зазвичай, для нового завдання, для якого визначена або не визначена складність:

$$P_9(W) = \{ n_m; (c_m, u_m) \}. \quad (3.15)$$

Якщо з певних причин стан готовності невідомий, то при різних комбінаціях дозволу та складності, пріоритет такого завдання буде «10», тобто найнижчий:

$$P_{10}(W) = \{ (a_m, b_m); (c_m, u_m) \}. \quad (3.16)$$

Як видно із співвідношень, бізнес-аналітик бере до уваги різні комбінації станів показників метрик завдань проекту. Встановлений рівень пріоритету спричиняє різні дії бізнес-аналітика та сприяє правильному прийняттю рішень не тільки щодо можливості виконання проектних завдань, але й перспективного планування завантаженості команди проекту.

3.2 Структура нечіткої системи пріоритетності робіт ІТ-проекту

Теорія нечітких множин дає можливість застосувати для прийняття рішень щодо встановлення пріоритету робіт чи завдань проекту неточні та суб'єктивні експертні знання про предметну область без формалізації їх у вигляді традиційних математичних моделей [62, 65].

Для завдань проекту в умовах невизначеності стану показників метрик пропонованої моделі є різні рівні пріоритету робіт проекту. Тому в цій ситуації найбільш доцільним є застосування апарату нечіткої логіки (fuzzy logic) [12, 62].

Загальна структура управління виконанням робіт проекту на основі їх пріоритету, що використовує нечітку логіку, показана на рисунку 3.1.

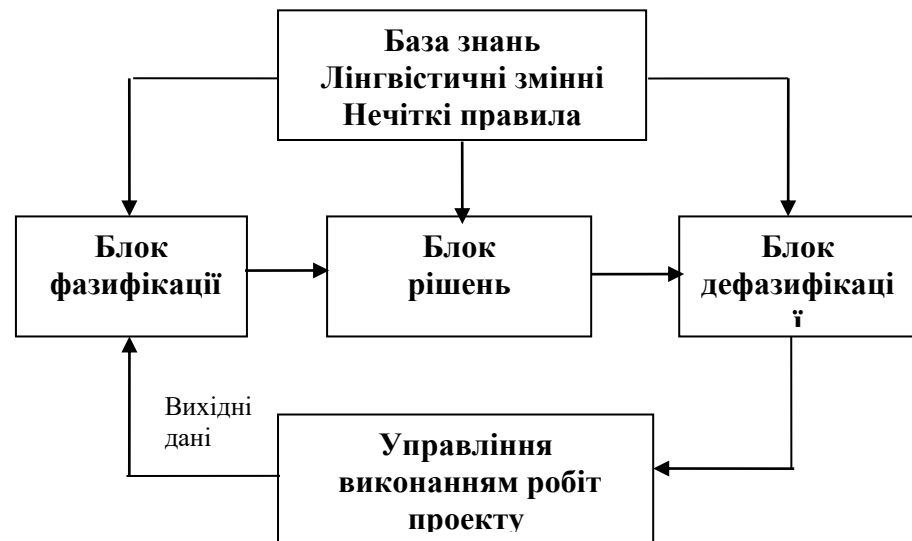


Рисунок 3.1 - Загальна структура нечіткого управління

Загальна структура нечіткого управління містить у своєму складі такі складові: блок фазифікації; база знань; блок рішень; блок дефазифікації [62].

Блок фазифікації перетворює чіткі величини, виміряні на виході об'єкта управління (в даному випадку виконання робіт ІТ-проекту), на нечіткі величини, описані лінгвістичними змінними у базі знань.

Блок рішень використовує нечіткі умовні (if – then) правила, закладені у базі знань, для перетворення нечітких вхідних даних на необхідні керуючі впливи, що мають також нечіткий характер.

Блок дефазифікації перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень на чітку величину, яка подається на виконавчий пристрій для контролю встановленого пріоритету [62].

Передбачається, що модель залежності вхідних та вихідних даних задана нечіткою базою знань Мамдані [17, 49].

До переліку впливаючих на встановлення пріоритету виконання завдань проекту факторів рекомендується вносити наступні метрики: готовність, дозвіл та складність [13]. Тому нечітка система пріоритетності

завдань проекту має вхідними значеннями стан готовності завдання, дозвіл на виконання та складність.

Виходом розробленої нечіткої системи є пріоритет виконання завдань проекту.

В загальному, нечітка система визначення пріоритету завдань чи робіт проекту та відповідних дій бізнес-аналітика на основі метрик проекту подана на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Структура нечіткої системи

Для побудови та перевірки правильності роботи розробленої нечіткої системи використовується засіб Fuzzy Logic Toolbox середовища MATLAB. Загальна схема даної нечіткої моделі подана на рисунку 3.3.

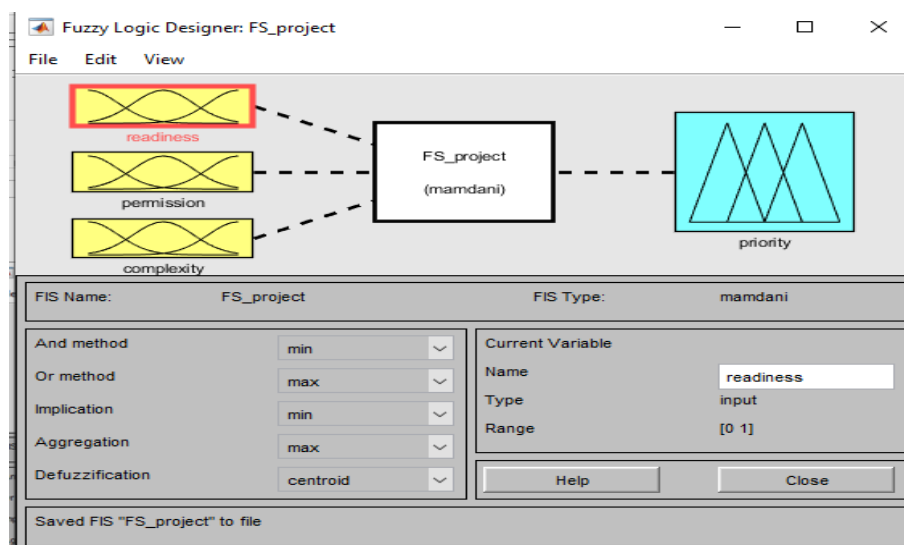


Рисунок 3.3 – Загальна схема нечіткої системи

Для вхідної змінної, що визначає стан готовності завдання, пропонується наступний розподіл:

- нова;
- чорновик;
- готова;

Для вхідної змінної «дозвіл» пропонується розглядати:

- дозволено;
- не дозволено.

Вхідна змінна «складність» може приймати значення:

- не визначена;
- визначена.

Пріоритет робіт IT-проекту визначається за 10-бальною шкалою.

Зазначений розподіл використовується для задання вхідних та вихідної змінних, тобто для побудови їх функцій належності.

Для розгляду результатів розробки та функціонування системи нечіткого висновку використовуються графічні засоби пакета Fuzzy Logic Toolbox. Ці ж засоби використовуються і при розробці систем нечіткого висновку як графічна об'єктно-орієнтована мова автоматичного програмування.

При розробці математичних моделей на базі нечіткої логіки одним із основних та важливих етапів моделювання є вибір методу побудови функцій належності, за допомогою яких формалізуються нечіткі терми.

Нечітка система пріоритетності завдань проекту на вхід отримує значення:

- готовність завдання (*readiness*);
- дозвіл на виконання (*permission*);
- складність завдання (*complexity*).

У випадку розроблюваної системи функції належності вхідних змінних доцільно задавати дзвоноподібною формою, що буде максимально точно їх описувати.

Виходом нечіткої системи є пріоритетність виконання робіт проекту (*priority*), функція належності задається трикутною формою.

Для задання функцій належності кожної змінної необхідно спочатку визначити їх інтервал значень.

Для запропонованої нечіткої системи готовність завдань проекту можна задати, наприклад, в діапазоні $[0, 1]$, розділивши його на підмножини:

- нова (*new*) - $[1; 0,5]$;
- чорновик (*draft*) - $[0,2; 0,8]$;
- готова (*ready*) - $[0,5; 1]$.

Задання функцій належності вхідної змінної *readiness* засобами Membership Function Editor середовища MATLAB подано на рисунку 3.4.

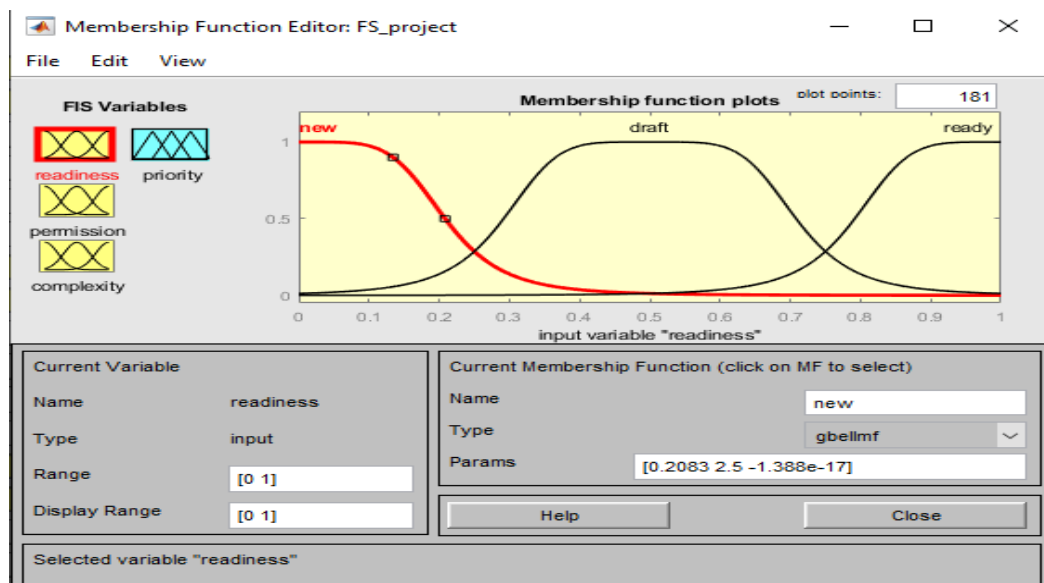


Рисунок 3.4– Функції належності вхідної змінної *readiness*

Дозвіл на виконання завдань проекту можна задати, наприклад, в діапазоні $[0, 1]$, розділивши його на підмножини (рисунок 3.5):

- дозволено (*allowed*) - $[1; 0,8]$;
- не дозволено (*not_allowed*) - $[0,2; 1]$.

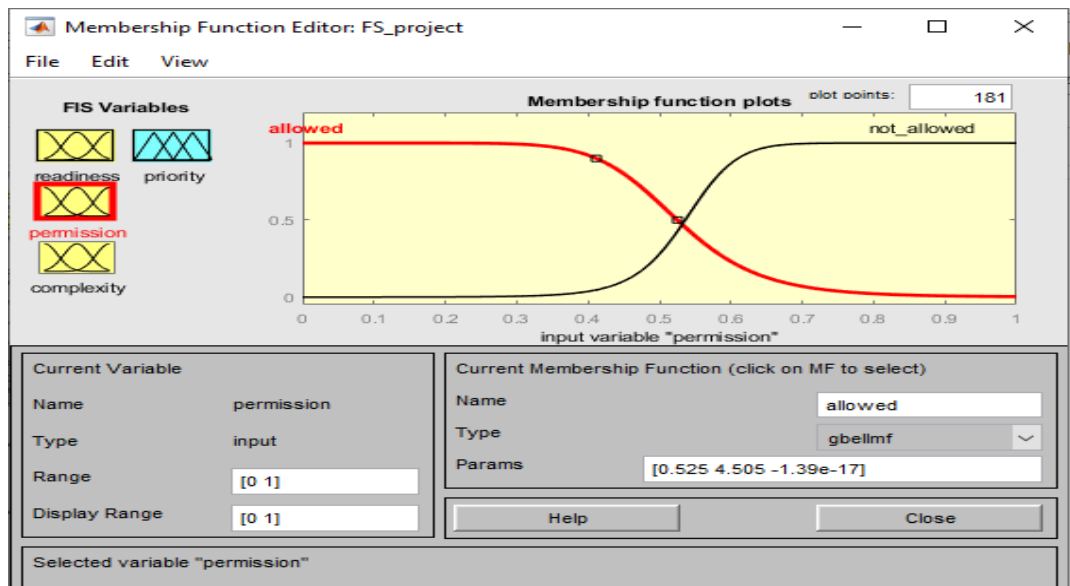


Рисунок 3.5– Функції належності вхідної змінної *permission*

Вхідна змінна нечіткої системи *complexity* буде задаватися наступними нечіткими множинами:

- визначена (*determined*) - $[1; 0,8]$;
- не визначена (*uncertain*) - $[0,2; 1]$.

Побудовані функції належності вхідної змінної *complexity* зображено на рисунку 3.6.

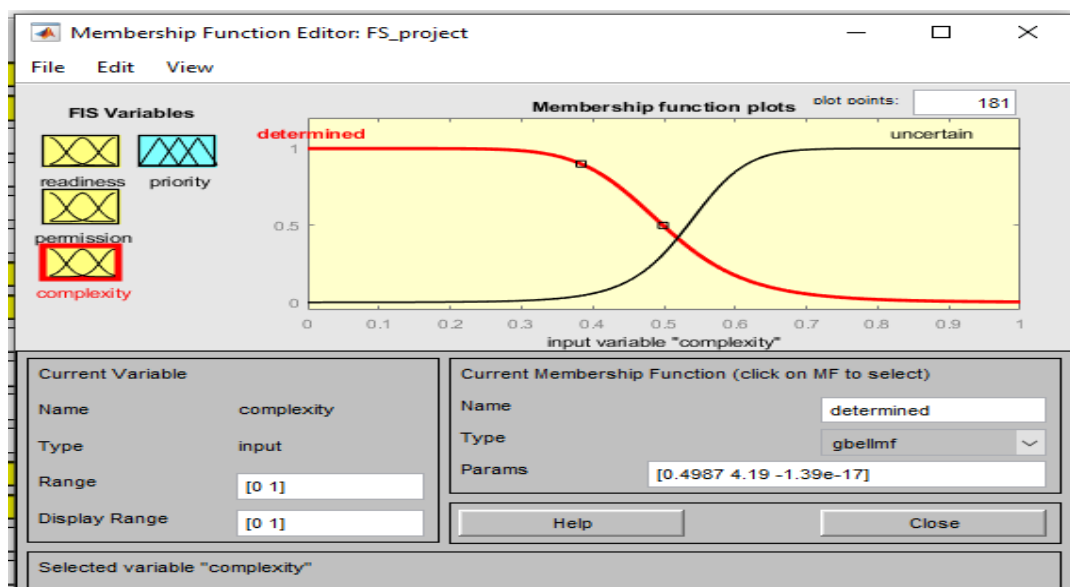


Рисунок 3.6 – Функції належності вхідної змінної *complexity*

Функції належності виходу розробленої нечіткої системи задаються трикутною формою (рисунок 3.7), що дасть можливість точнішого проведення дефазифікації.

В даному випадку вихід нечіткої системи інтерпретує пріоритетність виконання завдань проекту за 10-бальною шкалою.

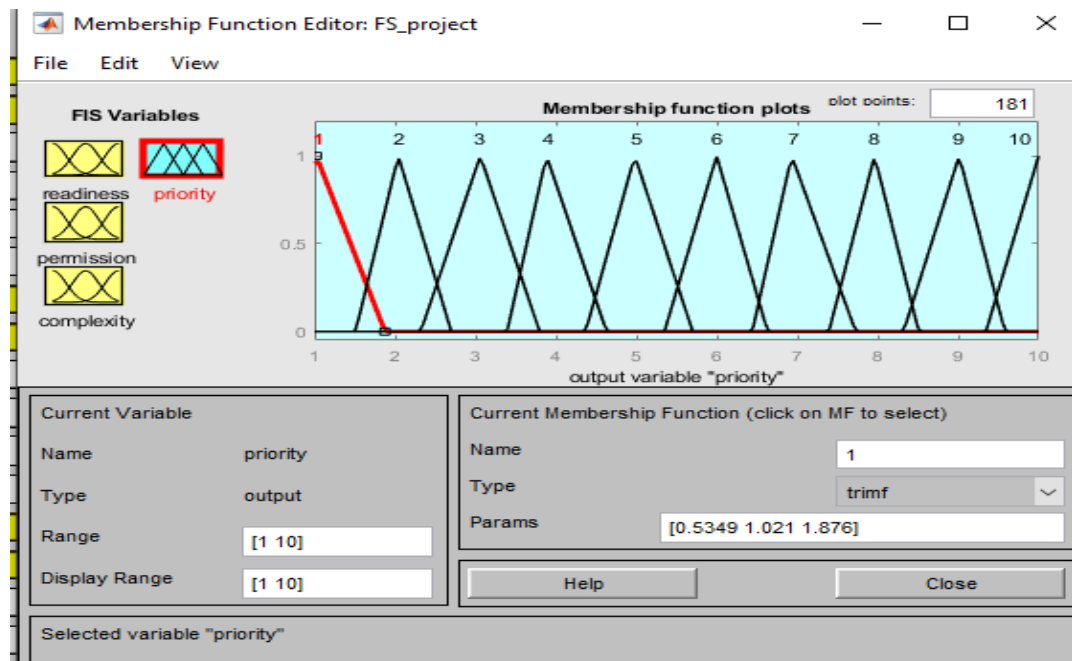


Рисунок 3.7 – Функції належності виходу *priority*

Робота нечіткої системи пріоритетності робіт проекту залежить від бази правил. Оскільки вхідна змінна *readiness* задана трьома функціями належності, а змінні *permission* та *complexity* - двома, і враховуючи ситуацію, коли готовність завдання та дозвіл на виконання не задані комп'ютерною системою, то база правил складається з $R=4 \cdot 3 \cdot 3 - 1 = 23$ правил типу «якщо - то». Випадок, коли не задані всі вхідні змінні, не може розглядатися, оскільки тоді нечітка система не може видати висновок щодо виходу.

База правил будується відповідно до даних таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відповідність вхідних та вихідної змінних системи

Готовність	Дозвіл	Складність	Пріоритет
Нова	Дозволено	Не визначена	4
Нова	Дозволено	Визначена	4
Нова	Не дозволено	Не визначена	8
Нова	Не дозволено	Визначена	8
Нова	Не встановлено	Не визначена	9
Нова	Не встановлено	Визначена	9
Чорновик	Дозволено	Не визначена	3
Чорновик	Дозволено	Визначена	3
Чорновик	Не дозволено	Не визначена	7
Чорновик	Не дозволено	Визначена	7
Чорновик	Не встановлено	Не визначена	7
Чорновик	Не встановлено	Визначена	7
Готова	Дозволено	Не визначена	2
Готова	Дозволено	Визначена	1
Готова	Не дозволено	Не визначена	6
Готова	Не дозволено	Визначена	5
Готова	Не встановлено	Не визначена	6
Готова	Не встановлено	Визначена	5
Невідома	Дозволено	Не визначена	10
Невідома	Дозволено	Визначена	10
Невідома	Не дозволено	Не визначена	10
Невідома	Не дозволено	Визначена	10
Невідома	Не встановлено	Визначена	10

Наприклад, якщо готовність приймає значення, що належить множині *нове* завдання, дозвіл надано і складність не визначена, то можна встановити пріоритет виконання цього завдання проекту, як «4».

Тобто правило, що описує даний випадок, буде мати вигляд:

If (readiness is new) and (permission is allowed) and (complexity is uncertain) then (priority is 4)

У засобі Fuzzy Logic Toolbox дана база правил має вигляд, поданий на рисунку 3.8.

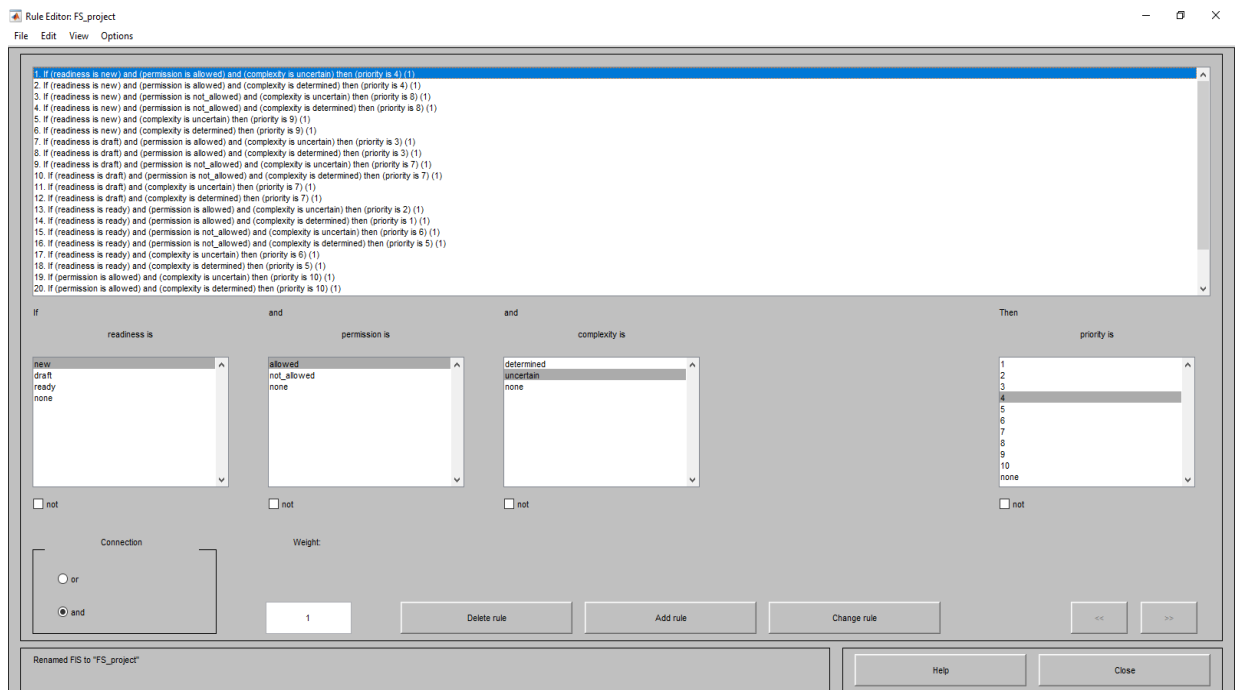


Рисунок 3.8 - Правила типу «якщо-то»

Усі правила мають однаковий пріоритет, тому кожне з них має вагу (weight), рівну 1.

При побудові даної бази правил використовується відповідність вхідних та вихідних змінних розробленої нечіткої системи (див. таблицю 3.1).

3.3 Дослідження нечіткої системи пріоритетності робіт ІТ-проекту

Для перевірки правильності роботи розробленої нечіткої системи пріоритетності робіт ІТ-проекту використовується програма перегляду правил системи нечіткого висновку.

Вигляд бази правил зображено на рисунку 3.8.

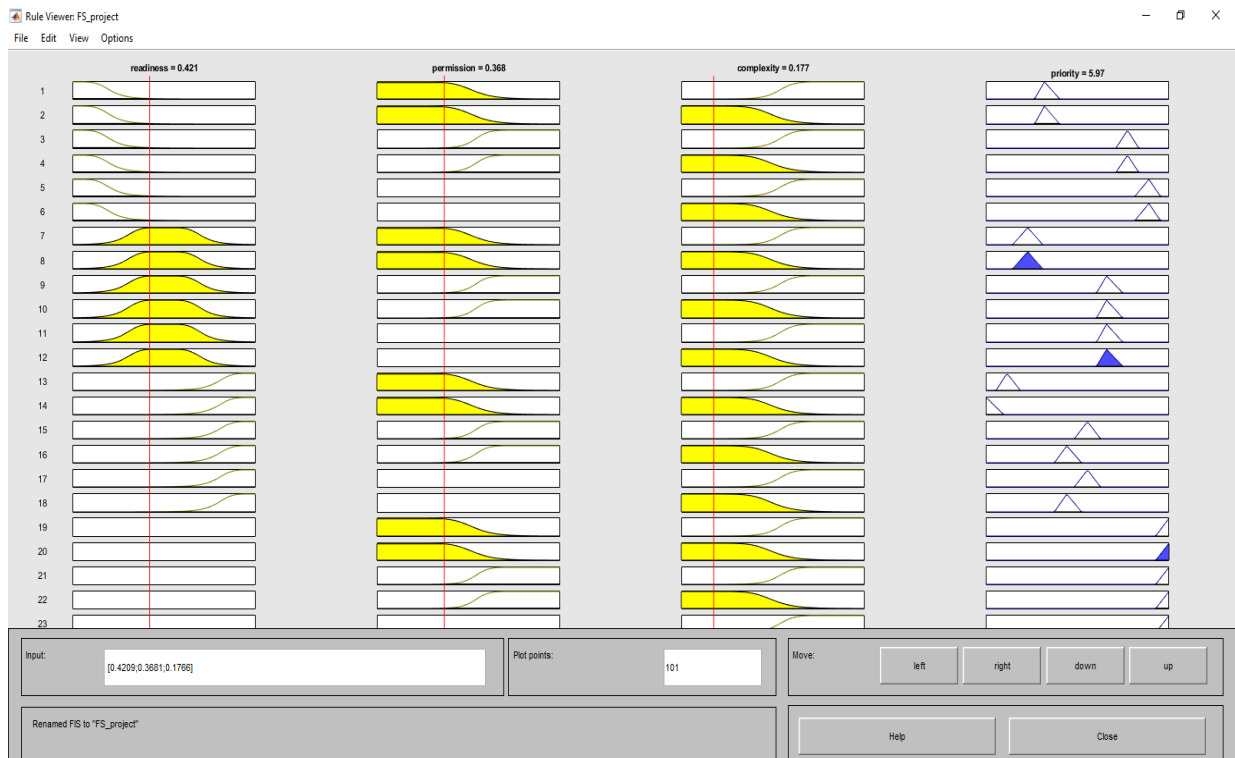


Рисунок 3.8 – Механізм нечіткого висновку Мамдані на основі 23 продукційних правил

Для візуалізації залежності вихідної змінної від вхідних використовується програма перегляду поверхні нечіткого висновку (рисунки 3.9, 3.10).

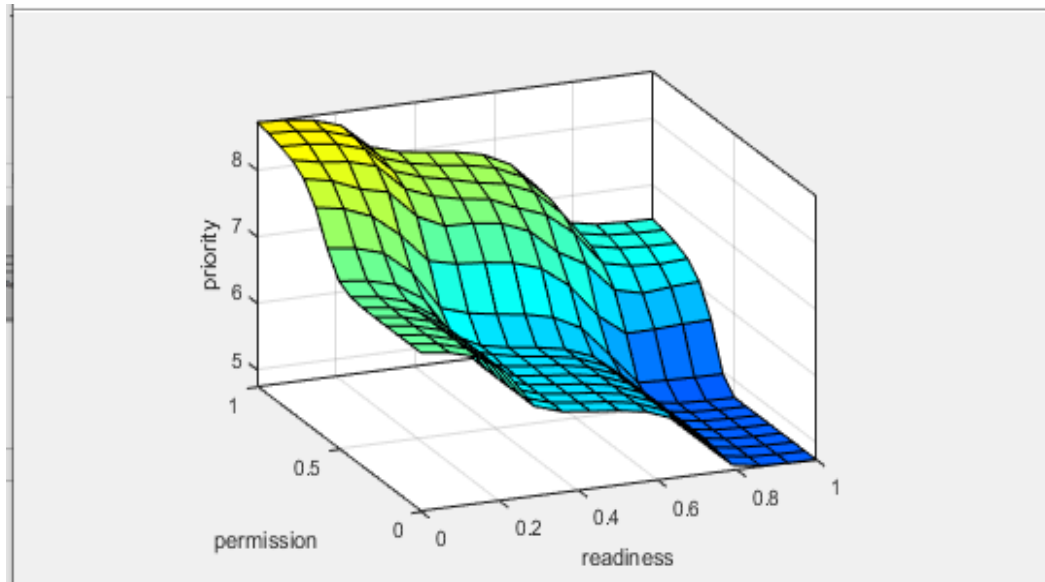


Рисунок 3.9 - Поверхня залежності виходу нечіткої системи *priority* від вхідних змінних *permission* та *readness*

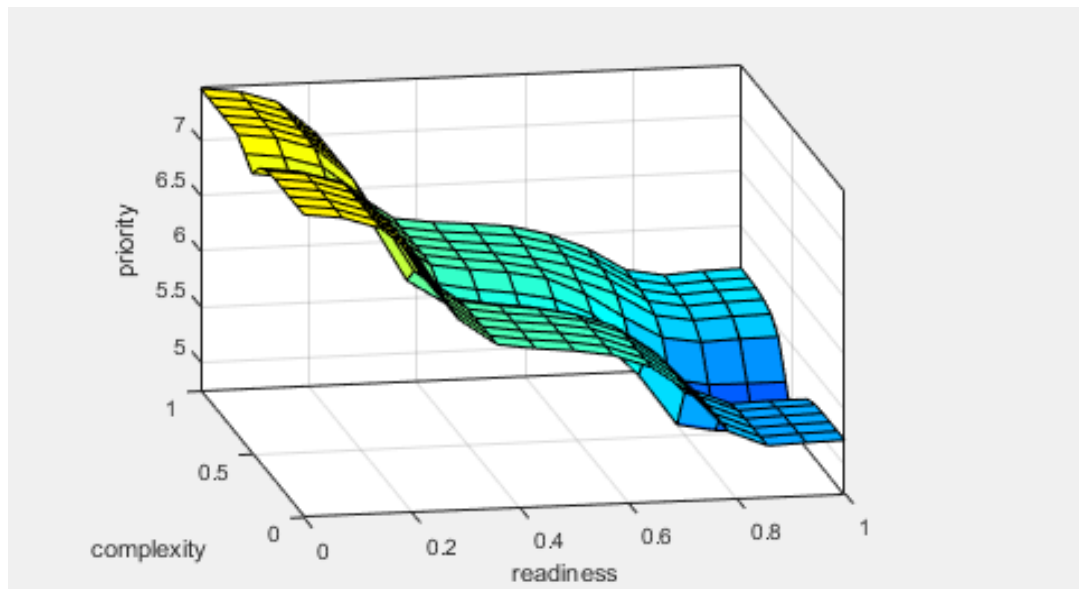


Рисунок 3.10 - Поверхня залежності виходу нечіткої системи *priority* від вхідних змінних *complexity* та *readness*

Результати роботи нечіткої системи на основі деяких наборів значень вхідних параметрів подано у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати роботи системи

Готовність	Дозвіл	Складність	Пріоритет
0,424	0,368	0,177	5,97
0,094	0,592	0,877	7,94
0,085	0,977	0,149	8,73
0,98	0,018	0,027	4,92
0,99	0,006	0,002	1,99
0,885	0,663	0,014	6,16
0,98	0,002	0,001	1,12

Як видно з таблиці 3.2, бізнес-аналітик одразу може оцінити пріоритетність завдань проекту на основі значень їх параметрів готовності, дозволу та складності. Кожен рівень пріоритету, визначений за 10-бальною шкалою, спричиняє відповідні дії бізнес-аналітика (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Дії бізнес-аналітика відповідно до пріоритету завдань

Пріоритет	Дії бізнес-аналітика
1	Передати на підтвердження
2	Оцінити складність, передати на підтвердження
3	Доопрацювати вимоги
4	Сформулювати вимоги
5	Отримати дозвіл
6	Оцінити складність, отримати дозвіл
7	Доопрацювати вимоги, отримати дозвіл
8	Опрацювати вимоги, отримати дозвіл
9	Отримати дозвіл на подальшу роботу
10	Ревізія стану завдань

Код розробленої нечіткої системи для визначення пріоритету виконання завдань проекту представлено у додатку А.

За допомогою даного коду можна змінювати значення функцій належності, а також самі входи і вихід запропонованої нечіткої системи, що дає змогу враховувати вплив існуючого стану готовності, складності та наявного дозволу на пріоритетність виконання завдань чи робіт проекту.

Моделювати ситуацію відповідно до метрик, що є вхідними параметрами нечіткої системи, можна:

- в будь-який момент виконання поточних проектних завдань (робіт);
- при необхідності оцінювання перспективи завантаженості команди проекту;
- при зміні вимог замовника до продукту проекту.

Запропонований метод дасть змогу бізнес-аналітику та керівництву ІТ-компанії, не володіючи достатньо точною і чіткою інформацією про стан замовлень на проекти, оцінити можливість їх виконання, визначити пріоритет завдань та перспективу зайнятості членів команди проекту.

Висновки до розділу 3

1. Проведено математичне моделювання впливу метрик на пріоритет робіт ІТ-проекту, яке враховує стани готовності завдання, дозволу та складності в їх різних комбінаціях.

2. Побудовано нечітку систему пріоритетності завдань проекту, яка має вхідними значеннями стан готовності завдання, дозвіл на виконання та складність. Виходом розробленої нечіткої системи є пріоритет виконання завдань проекту. Для побудови та перевірки правильності роботи розробленої нечіткої системи використано засіб Fuzzy Logic Toolbox середовища MATLAB.

3. Розроблено базу правил нечіткої системи та проведено дослідження нечіткої системи пріоритетності робіт проекту. Запропонований метод дасть змогу бізнес-аналітику та керівництву ІТ-компанії, не володіючи достатньо точною і чіткою інформацією про стан замовлень на проекти, оцінити можливість їх виконання, визначити пріоритет завдань та перспективу зайнятості членів команди проекту.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано особливості управління ІТ-проектами та фази життєвого циклу. Кожна з цих фаз складається з окремих процесів, які її характеризують та визначають набір робіт, які дозволять вчасно виконати ІТ-проект та отримати якісний продукт. Найважливішою стадією є формування вимог до продукту проекту.

2. Для успішної реалізації ІТ-проектів необхідно застосувати проактивне управління роботами проектів, завдяки чому керівництво ІТ-компанії та бізнес-аналітик, зокрема на основі аналізу метрик проектних завдань, зможуть спрогнозувати завантаженість команди проекту роботою в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх факторів середовища проекту.

3. Проаналізовано сучасні підходи до виконання робіт ІТ-проекту. Дослідження відомих підходів показало, що впродовж останніх десятиліть виникла потреба у переосмисленні методів управління проектними роботами не лише на стадії їх реалізації, а ще й на початкових етапах. Так як здебільшого проектна діяльність відбувається в умовах невизначеностей, то, як наслідок, набули широкого застосування методи управління проектами, що базуються на нечіткій логіці.

4. Проаналізовано основні функції та обов'язки бізнес-аналітика. Головним завданням бізнес-аналітиків у ІТ-компаніях є контроль над тим, щоб розроблюваний ІТ-компанією продукт був якісним і повністю задовільняв вимогам замовника. Оскільки основні завдання бізнес-аналітика пов'язані зі збором і аналізом даних, то понад усе має значення вміння виділяти ключові моменти й робити вірні висновки. При цьому важливою є здатність приймати рішення в умовах невизначеності.

5. Більшість метрик і оцінок роботи бізнес-аналітика розглядаються саме в контексті підготовки скоупу. Відкритим питанням залишається такий

критерій – чи бізнес-аналітик підготував достатньо скоупу для того, щоб можна було прогнозувати роботу команди.

6. Визначено основні критерії формування та метрики оцінювання історій користувача та відповідні дії бізнес-аналітика при комбінації їх різних варіантів.

7. Розроблено алгоритм аналізу метрик готовності, складності та наявності дозволу на виконання завдань проекту, результатом якого є визначення пріоритету робіт проекту.

8. Запропоновано розробити нечітку систему пріоритетності робіт проекту на основі встановлених бізнес-аналітиком метрик готовності, складності та наявності дозволу на виконання.

9. Проведено математичне моделювання впливу метрик на пріоритет робіт ІТ-проекту, яке враховує стани готовності завдання, дозволу та складності в їх різних комбінаціях.

10. Побудовано нечітку систему пріоритетності робіт проекту, яка має вхідними значеннями стан готовності завдання, дозвіл на виконання та складність. Виходом розробленої нечіткої системи є пріоритет виконання завдань проекту. Для побудови та перевірки правильності роботи розробленої нечіткої системи використано засіб Fuzzy Logic Toolbox середовища MATLAB.

11. Розроблено базу правил нечіткої системи та проведено дослідження нечіткої системи пріоритетності завдань проекту. Запропонований метод дасть змогу бізнес-аналітику та керівництву ІТ-компанії, не володіючи достатньо точною і чіткою інформацією про стан замовлень на проекти, оцінити можливість їх виконання, визначити пріоритет завдань та перспективу зайнятості членів команди проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide v3) . – USA: ИВА. - 2015. – 512 с.
2. Agile project tools to help develop great software [Electronic resource]. — 2020. — Available at : <https://www.visual-paradigm.com>.
3. Аппело Ю. Менеджмент 3.0. Agile-менеджмент. Лідерство та управління командами. К.: Фабула, 2019. – 464 с.
4. Application of Lean Six Sigma in IT support services – a case study [Електронний ресурс] / E.V Gijo, A. Jiju, V.M. Sunder // 2019 – The TQM Journal, – vol. 31 – No. 3, – С. 417-435 – Режим доступу: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TQM-11-2018-0168/full/html>
5. Athuraliya A. The easy guide to the business model canvas [Electronic resource] / A. Athuraliya. — 2019. — Available at: <https://creatly.com/blog/diagrams/business-model-canvas-explained>.
6. A Full Overview of Business Process Management [Electronic resource]. – Available at: <https://kissflow.com/bpm/business-process-management-overview/>
7. P. Asadi, J. R. Zeidi, T. Mojibi, A. Yazdani-Chamzini, J. Tamošaitienė, Project risk evaluation by using a new fuzzy model based on Elena guideline, Journal of Civil Engineering and Management, 24 (2018) 284–300.
8. Блага Н. В. Управління проектами: Навчальний посібник. - Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2021. - 152 с.
9. M. I. Boloş, D. C. Sabău-Popa, P. Filip, A. Manolescu, Development of a fuzzy logic system to identify the risk of projects financed from structural funds, International Journal of Computers Communications & Control, 10 (2015) 480–491.

10. Business process definition [Electronic resource]. — 2019. — Available at: <https://www.comidor.com/knowledge-base/business-process-management-kb/business-process-definition>.
11. Business process reengineering [Electronic resource]. — 2018. — Available at: <https://www.bain.com/insights/management-tools-business-process-reengineering>.
12. Васильків Н.М., Мінчук В.М. Реалізація ІТ-проекту в умовах невизначеності. Promising ways of information technology development: Abstracts of IX International Scientific and Practical Conference. (November 13-15, Bilbao, Spain). 2023. Pp. 358-359.
13. Васильків Н.М., Мінчук В.М., Хлібойко М.Я. Нечітка система пріоритетності робіт ІТ-проекту «Світ наукових досліджень». Випуск 24: матеріали міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції (21-22 листопада 2023р.м. Тернопіль, Україна, м. Ополь, Польща). С. 100-102.
14. D’Aniello G., Lepore M., Perone M. Knowledge-driven fuzzy consensus model for team formation. Expert Systems with Applications: An International Journal. Volume 184. Issue C. 01 December 2021
15. R. Doskočil, P. Dostal, Project success evaluation model based on FIS, in: Proceedings of the International Conference Perspectives of Business and Entrepreneurship Development in Digital Age, Brno, Czech Republic, September 20-22, 2017, pp. 147–153.
16. R. Doskočil, S. Škapa, P. Olšova, Success evaluation model for project management, Economics and Management, 19 (2016) 167–185.
17. L. Dubchak, N. Vasylykiv, V. Kochan, A. Lyapandra, Fuzzy data processing method, in: Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS’2013, Berlin, Germany, 12-14 September 2013, pp. 373–375.

18. Dukes A., Zhu Y. Why Customer Service Frustrates Consumers: Using a Tiered Organizational Structure to Exploit Hassle Costs 2019 – Marketing Science, – vol.38 – №3 – P. 500-515
19. Girvan L. Agile and business analysis: Practical guidance for IT professionals. / Girvan L., Paul D. - Swindon: BCS Learning & Development Ltd, 2017. - 295 p.
20. Зачко О.Б., Івануца А.І., Кобилкін Д.С. Управління проектами: теорія, практика, інформаційні технології—Львів: ЛДУ БЖД, 2019.—173с.
21. IT Project Management [Electronic resource]. – Available at: <https://www.smartsheet.com/content-center/best-practices/project-management/project-management-guide/project-management-IT>
22. F. Habibi, O. T. Birgani, H. Koppelaar, S. Radenović. Using fuzzy logic to improve the project time and cost estimation based on Project Evaluation and Review Technique (PERT). Journal of Project Management, 3 (2018), pp. 183–196.
23. Hoda R., Murugesan L.K., Multi-level agile project management challenges: A self-organizing team perspective, Journal of Systems and Software 117 (2016) 245–257.
24. How to Do a SWOT Analysis for Your Small Business (with Examples) [Electronic resource]. – Available at: <https://www.wordstream.com/blog/ws/2017/12/20/swot-analysis>
25. <https://goit.global/ua/articles/khto-takyy-biznes-analityk-v-it-rol-obov-iazky-perspektyvy/>
26. <https://kiev.itstep.org/blog/business-analyst-in-it-all-about-the-profession>
27. <https://dou.ua/lenta/articles/become-business-analyst/>
28. <https://www.iiba.org/professional-development/knowledge-centre/articles/kpis-for-business-analysts/>
29. Kalayathankal, S. J., Kureethara, J. V., & Narayanamoorthy, S. (2021). A modified fuzzy approach to project team selection. Soft Computing Letters, 3, 100012. <https://doi.org/10.1016/j.socl.2021.100012>

30. Kittlaus H.-B. Software Product Management / H.-B. Kittlaus, S.A. Fricker - Berlin: Springer -Verlag GmbH Germany, 2017. - 298 p.
31. H. A. El Khalek, R. F. Aziz, H. M. Kamel, Risk and uncertainty assessment model in construction projects using fuzzy logic, *American Journal of Civil Engineering*, 4 (2016) p. 24–39.
32. A. A. Khanfar, R. K. Mavi, F. Jie, Prioritizing critical failure factors of IT projects with fuzzy analytic hierarchy process, in: *Proceedings of the AIP Conference*, vol. 2013, 020-058, 2018.
33. Когон К. Керування проектами для «неофіційних» проект-менеджерів / К.Когон, С. Блейкмор, Д. Вуд. –Харків: Вид-во «Ранок»; «Фабула», 2018.–240 с.
34. Y.P. Kondratenko, D. Simon, (2018) Structural and Parametric Optimization of Fuzzy Control and Decision Making Systems. In: Zadeh L., Yager R., Shahbazova S., Reformat M., Kreinovich V. (eds) *Recent Developments and the New Direction in Soft-Computing Foundations and Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing*, vol 361. Springer, Cham, 2018, pp. 273-289.
35. Коул Р., Скотчер Е. Блискучий Agile. – К.: Фабула, 2020. – 192 с.
36. Кравчук О. Метод використання метрик продуктивності для оптимізації процесу управління ІТ-проектами. Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». 2023. № 2. С. 28-33.
37. Кузьмініх В.О. Основи управління ІТ проектами [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп’ютерні науки»/ В. О. Кузьмініх, Р. А. Тараненко. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –75с.
38. S.G. MacDonell, A.R. Gray, “Applying fuzzy logic modeling to software project management,” in: Khoshgoftaar T.M. (eds), *Software Engineering with Computational Intelligence. The Springer International Series in*

- Engineering and Computer Science, vol 731. Springer, Boston, MA, 2003, pp. 17–43.
39. Ноздріна Л.В. Управління проектами: підручник / Л.В. Ноздріна, В.І. Ящук, О.І. Полотай; за ред. Л.В. Ноздріної. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 432 с.
40. Петренко Н. Управління проектами / Н. Петренко, Л. Кустрич, М. Гоменюк. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 244 с.
41. Phillips J. IT Project Management: On Track from Start to Finish / Joseph Phillips. – McGraw Hill Professional, 2017. – 557 p.
42. Project Management Body of Knowledge (PMBOK): 6 ed. - USA: PMI, 2017. – 726 с.
43. Rabbani M., M. Aramoon Bajestani, G. Baharian Khoshkhou A multi-objective particle swarm optimization for project selection problem. Expert Systems with Applications Volume 37, Issue 1, January 2010, Pages 315-321 <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.05.056>
44. Ramos E. The correlation between requirement and design in business analysis [Electronic resource] / E. Ramos. — 2019. — Available at : <https://medium.com/swlh/the-correlation-between-requirementand-design-in-business-analysis-6ea7dc08f7af>.
45. Сидорова А.В. Бізнес-аналітика: навчально-методичний посібник. / А.В. Сидорова, Д.В. Біленко, Н.В. Буркіна - Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2019. - 104 с.
46. Стандарт з управління проектами та Настанова до зводу знань з управління проектами (Настанова PMBOK): Сьоме видання. USA: PMI, 2021. – 370 с.
47. Schwalbe K. Information Technology Project Management / Kathy Schwalbe. – Cengage Learning, 2018. – 672 p.
48. Parisa Shahnazari-Shahrezaei, Reza Tavakkoli-Moghaddam, Hamed Kazemipoor Solving a new fuzzy multi-objective model for a multi-skilled manpower scheduling problem by particle swarm optimization and elite tabu

- search The International Journal of Advanced Manufacturing Technology volume 64, pages 1517–1540 (2013)
- 49.S.D. Shtovba, Providing of accuracy and transparency of fuzzy Mamdani model for studying by experimental data, Problems of Control and Informatics, 4 (2007) p. 102–114.
 - 50.Technical Support Engineer Role & Responsibilities [Электронный ресурс] / C. Kidd // 2019 – The Business of IT Blog – Режим доступа : <https://www.bmc.com/blogs/technical-support-engineer/>
 - 51.Tier Support: How to Organize your Customer Service Team [Электронный ресурс] / S. Chambers // 2021 – Режим доступа : <https://freshdesk.com/customer-support-software/tier-support-blog/>
 - 52.The Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK Guide) [Electronic resource]. – Available at: <https://www.computer.org/web/swebok>
 - 53.Turner, J. Rodney; Simister, Stephen, J.: Gower Handbook of Project Management, 3rd edition, Gower Hampshire, England, 2020.
 - 54.N. Vasylykiv, L. Dubchak, A. Sachenko Estimation Method of Information System Functioning Quality Based on the Fuzzy Logic, in CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org) MoMLLeT+DS 2020 Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop 2020, pp. 40-56.
 - 55.N. Vasylykiv, I. Turchenko, L. Dubchak, Fuzzy model of the IT project environment impact on its completion, in: Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies ACIT'2020, Deggendorf, Germany, 16-18 September 2020, pp. 302–305.
 - 56.N. Vasylykiv, L. Dubchak, A. Sachenko, T. Lendyuk, O. Sachenko Fuzzy Logic System for IT Project Management CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org) 2nd International Workshop on Information-communication Technologies & Embedded Systems (ICT&ES-2020), November 12, 2020, Mykolaiv, Ukraine, pp. 138-148.

57. What is customer care? Definition, importance, and best practices [Електронний ресурс] / Р. Alig // 2021– Режим доступу: <https://www.zendesk.de/blog/guide-putting-care-back-customer-care/#georedirect>.
58. What is a custom software development company and how to choose one [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dac.digital/what-is-a-custom-software-development-company-and-how-to-choose-one/>.
59. What is ITSM? The beginner’s guide to ITSM (IT service management) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.manageengine.com/products/service-desk/itsm/what-is-itsm.html#bestpractice>.
60. Філдінг П.Дж. Як керувати проектами. - К.: Фабула, 2020. – 240 с.
61. Хігні Дж. Основи управління проектами. – К.: Фабула, 2020. – 272 с.
62. R. R. Yager, L. A. Zadeh, An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems, Springer Science & Business Media, 2012, 356 p.
63. Yıldırım N. Organisational learning through knowledge management systems: a case study on improvement of customer support processes International Journal of Knowledge Management Studies. – 2017 –8:3-4. – P. 375-402.
64. Яковенко О.І. Управління проектами та ризиками: Навч. посібник. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2019. 196 с.
65. L. A. Zadeh, Knowledge representation in fuzzy logic, IEEE Transactions Knowledge and Data Eng. 1 (1989) p. 89–100.
66. J. Zeng, M. An, N. J. Smith, Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. International Journal of Project Management, (25) (2007) 589–600.
67. Комар М.П., Саченко А.О., Васильків Н.М., Гладій Г.М., Турченко І.В. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи з освітньо - професійної програми «Управління проектами» спеціальності

122 «Комп'ютерні науки» за другим (магістерським) рівнем вищої освіти – Тернопіль: ЗУНУ, 2021.–32с.

Додаток А

Текст коду

```

[System]
Name='FS_project'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=24
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='readiness'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='new':'gbellmf',[0.2083 2.5 -1.388e-17]
MF2='draft':'gbellmf',[0.2083 2.5 0.5]
MF3='ready':'gbellmf',[0.2083 2.5 1]

[Input2]
Name='permission'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='allowed':'gbellmf',[0.525 4.5045133785332 -1.39e-17]
MF2='not_allowed':'gbellmf',[0.464 6.34319945482786 1]

[Input3]
Name='complexity'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='determined':'gbellmf',[0.498677248677249 4.19 -1.39e-17]
MF2='uncertain':'gbellmf',[0.466931216931217 5.57 1]

[Output1]
Name='priority'
Range=[1 10]
NumMFs=10
MF1='1':'trimf',[0.5349 1.021 1.876]
MF2='2':'trimf',[1.51 2.04 2.7]
MF3='3':'trimf',[2.32 3.06 3.79761904761905]
MF4='4':'trimf',[3.39295238095238 3.88195238095238 4.62895238095238]
MF5='5':'trimf',[4.36904761904762 4.98 5.7]
MF6='6':'trimf',[5.34928571428571 5.99728571428571 6.63128571428571]
MF7='7':'trimf',[6.44 6.93 7.72619047619048]
MF8='8':'trimf',[7.39285714285714 7.96 8.51]
MF9='9':'trimf',[8.32 9.01190476190476 9.58]
MF10='10':'trimf',[9.345 10 11.53]

[Rules]
1 1 2, 4 (1) : 1
1 1 1, 4 (1) : 1
1 2 2, 8 (1) : 1
1 2 1, 8 (1) : 1
1 0 2, 9 (1) : 1

```

1 0 1, 9 (1) : 1
2 1 2, 3 (1) : 1
2 1 1, 3 (1) : 1
2 2 2, 7 (1) : 1
2 2 1, 7 (1) : 1
2 0 2, 7 (1) : 1
2 0 1, 7 (1) : 1
3 1 2, 2 (1) : 1
3 1 1, 1 (1) : 1
3 2 2, 6 (1) : 1
3 2 1, 5 (1) : 1
3 0 2, 6 (1) : 1
3 0 1, 5 (1) : 1
0 1 2, 10 (1) : 1
0 1 1, 10 (1) : 1
0 2 2, 10 (1) : 1
0 2 1, 10 (1) : 1
0 0 2, 10 (1) : 1
0 0 1, 10 (1) : 1

Додаток Б

Копії опублікованих матеріалів дослідження