

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

Підкуйко Олександр Ігорович

УДК 005.8:005.95:004.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ
ПРОЄКТАМИ НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЙ**

126 – Інформаційні системи та технології

12 – Інформаційні технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів
мають посилання на відповідне джерело

_____ О .І. Підкуйко

Науковий керівник Прокопенко Тетяна Олександрівна, доктор технічних наук,
професор

Черкаси – 2024

АНОТАЦІЯ

Підкуйко О. І. Інформаційна технологія ситуаційного управління проєктами на основі онтологій. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології (12 Інформаційні технології). Черкаський державний технологічний університет, Міністерство освіти і науки України, Черкаси, 2024.

В дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу розробки нової інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій, що сприятиме підвищенню ефективності управління проєктами.

В роботі було проаналізовано необхідність застосування ситуаційного управління в проєктах, зокрема в проєктах, що реалізуються в галузі інфоормаційних технологій. Досліджено, що застосування ситуаційного аналізу в управлінні проєктами, зокрема в галузі інформаційних технологій, має низку переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття управлінських рішень в умовах швидкої зміни обставин. Проведено аналіз особливостей розробки моделей на основі онтологій з метою дослідження можливостей формального опису знань у вигляді простору компонентів, об'єднаних загальними завданнями та цілями розробки, що необхідні для вирішення проблем ситуаційного управління. В умовах динамічно змінюваних обставин для більш ефективного управління проєктами актуальною є розробка та впровадження інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій.

В роботі показано, що програмні засоби та системи ситуаційного управління проєктами на сьогоднішній день майже відсутні, що не дає можливості реалізувати оперативну оцінку ефективності проєктом та прийняти відповідні управлінські рішення, що визначили б стратегію майбутнього. Це

призводить до необхідності розробки нових методів та програмно-інформаційних засобів управління проєктами.

Автором побудовано модель ситуації в проєктах (за основу взято проєкт в галузі інформаційних технологій на основі Scrum) у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак, таких як показники ефективності, ситуативні цілі, ситуативні фактори впливу. Дана модель забезпечує можливості формального опису ситуації в режимі реального часу та забезпечить взаємозв'язок та узгодженість рішень у відповідності до ситуації в умовах різко змінюваних обставин.

В роботі вдосконалено графоаналітичну модель ситуаційного управління проєктами, що забезпечує можливості отримання причинно-наслідкового зв'язку між поточною ситуацією, ситуаційними цілями та рішеннями.

В роботі побудовано метаонтологію ситуаційного управління проєктами та онтологічну модель ситуації в проєктах (на прикладі ІТ проєкту на основі Scrum), що сприяє виробленню та прийняттю оперативного управлінського рішення для ситуації в умовах різкої зміни обставин. Дана модель надає можливості виявлення параметрів та суттєвих факторів, що визначають ситуацію, взаємозв'язки між факторами та ступені їх взаємовпливу. Результатом застосування даного дослідження є скорочення часу на вироблення та прийняття управлінського рішення, що забезпечує підвищення ефективності проєкту за рахунок уникнення перевитрати ресурсів.

Автором розроблено та обґрунтовано концепцію ІТ ситуаційного управління проєктами на основі онтологій, що на відміну від існуючих комплексно характеризує підходи до прийняття рішення в проєктній ситуації, є основою розроблення методів та моделей до створення ІТ ситуаційного управління проєктами з врахуванням умов різкої зміни обставин та кризи, а також забезпечує ефективне управління проєктами в різних галузях, зокрема інформаційних технологій.

В роботі проведено імітаційне моделювання ситуаційного управління проєктами на основі цільового сценарію, що виражається графом задач і

відображає відношення між цілями, задачами, переходами та є основою методу ситуаційного прийняття рішення. Результати моделювання представлено на основі діаграми синхронізації.

Автором розроблено метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах, що забезпечує оперативне прийняття управлінських рішень в проєктах, зокрема і в галузі інформаційних технологій, що реалізуються на основі Scrum.

На основі концепції ІТ ситуаційного управління проєктом автором досліджено формування інформаційних потоків ситуаційного управління проєктами, що інтегруються в загальну систему управління проєктом в якості інтелектуальної підсистеми підтримки та прийняття рішень.

Також в роботі на основі використання сучасних інструментальних програмних засобів розроблено програмно-інформаційне забезпечення інформаційної технології ситуаційного управління проєктами, що інтегрується в загальну систему управління проєктом.

Автором проведено експериментальні дослідження в реальних умовах реалізації проєктів ІТ компанії Андерсен. Для кількісної оцінки часу, необхідного для генерації ситуативних рішень на основі онтологій, в запропонованій інформаційній технології ситуаційного управління проєктом та порівняння її ефективності використано метод хронометрування. Доведення адекватності моделі ситуацій в проєктах здійснено на основі побудови та оцінки багатфакторного регресійного рівняння. Для доведення адекватності імітаційної моделі застосовано порівняння статистичних даних реалізації різних проєктів та їх оцінка за допомогою критеріїв Стюдента та Фішера.

Розроблена інформаційна технологія ситуаційного управління проєктом має практичне значення, завдяки впровадженню якої підвищилась загальна ефективність проєктів та загальний економічний ефект діяльності компанії в галузі інформаційних технологій.

Ключові слова: проєкт, ситуація, ситуаційне управління, інформаційна технологія, онтологія, прийняття управлінського рішення, ефективність.

ABSTRACT

Pidkuiko Oleksandr. Information technology for situational project management based on ontologies. - Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty 126 Information systems and technologies (12 Information Technologies). Cherkasy State Technological University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Cherkasy, 2024.

In the dissertation work, an actual scientific and applied task was developed a new information technology of situational project management based on ontologies, which will contribute to increasing the efficiency of project management.

The paper analyzed the necessity of applying situational management in projects, in particular in projects implemented in the field of information technologies. It has been studied that the application of situational analysis in project management, in particular in the field of information technologies, has a number of advantages. This contributes to obtaining more accurate, reliable and complete information for making management decisions in conditions of rapidly changing circumstances. An analysis of the features of the development of models based on ontologies was carried out in order to investigate the possibilities of formal description of knowledge in the form of a space of components. These components are united by the general tasks and goals of the development, which are necessary to solve the problems of situational management. In the conditions of dynamically changing circumstances, the development and implementation of information technology for situational project management based on ontologies is relevant for more effective project management.

The work shows that software tools and systems of situational project management are almost non-existent today. This does not provide an opportunity to implement an operational assessment of the project's effectiveness and to make appropriate management decisions that would determine the future strategy. This leads to the need to develop new methods and software and information tools for project management.

The author has developed the model of the situation in projects (based on a project in the field of information technologies based on Scrum) in the form of a set of fuzzy values of a fixed set of features, such as performance indicators, situational goals, situational influencing factors. This model provides opportunities for a formal description of the situation in real time and ensures the interconnection and consistency of decisions in accordance with the situation in the conditions of sharply changing circumstances.

The work improved the graph-analytical model of situational project management, which provides the possibility of obtaining a cause-and-effect relationship between the current situation, situational goals and decisions.

The author built the meta-ontology of situational project management and an ontological model of the situation in projects (on the example of an IT project based on Scrum), which contributes to the development and adoption of an operational management decision for a situation in conditions of a sudden change in circumstances. This model provides opportunities to identify parameters and essential factors that determine the situation, relationships between factors and the degree of their mutual influence. The result of the application of this research is a reduction in the time for making and making a management decision, which ensures an increase in the efficiency of the project due to the avoidance of overspending of resources.

The author developed and substantiated the concept of IT situational project management based on ontologies, which, unlike the existing ones, comprehensively characterizes approaches to decision-making in a project situation, is the basis for developing methods and models for creating IT situational project management, taking into account the conditions of a sudden change in circumstances and crisis, and also provides effective project management in various industries, including information technologies.

In the work, simulation modeling of situational project management is carried out based on the target scenario, which is expressed by a graph of tasks and reflects the relationship between goals, tasks, transitions and is the basis of the situational decision-making method. The simulation results are presented based on the timing diagram.

The author has developed a situational decision-making method based on an efficiency index for various situations in projects, which ensures prompt management decisions in projects, in particular in the field of information technologies implemented on the basis of Scrum.

Based on the concept of IT situational project management, the author investigated the formation of information flows of situational project management, which are integrated into the general project management system as an intelligent subsystem of support and decision-making.

The work also developed software and information support for the information technology of situational project management based on the use of modern instrumental software, which is integrated into the general project management system.

The author conducted experimental studies in the real conditions of the implementation of IT projects of the Andersen company. To quantify the time required for the generation of situational solutions based on ontologies, in the proposed information technology of situational project management and to compare its effectiveness, the timing method was used. Proving the adequacy of the model of situations in projects was carried out on the basis of the construction and assessment of a multifactorial regression equation. To prove the adequacy of the simulation model, a comparison of statistical data on the implementation of various projects and their evaluation using the Student's and Fisher's criteria was used.

The developed information technology of situational project management is of practical importance, thanks to its implementation, the overall efficiency of projects and the overall economic effect of the company's activities in the field of information technologies have increased.

Key words: project, situation, situational management, information technology, ontology, management decision-making, efficiency.

Список публікацій здобувача

Статті у наукових фахових виданнях України та періодичних виданнях, які індексуються у міжнародній наукометричній базі Scopus:

1. Prokopenko, T., Lanskykh, Y., Prokopenko, V., Pidkuiko, O., & Tarasenko, Y. (2023). Development of the ontological model of situation management of projects based on SCRUM under risky conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(3 (126), 47–54. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292526> (Scopus)

2. Tetiana Prokopenko, Yevhen Lanskykh, Valentyn Prokopenko, Oleksandr Pidkuiko, Yaroslav Tarasenko (2023) DEVELOPMENT OF THE COMPREHENSIVE METHOD OF SITUATION MANAGEMENT OF PROJECT RISKS BASED ON BIG DATA TECHNOLOGY. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/3(121), 38-45 DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274473 (Scopus)

3. T.O. Prokopenko, O. I. Pidkuiko DEVISING A GRAPH-ANALYTICAL MODEL FOR SITUATION PROJECT MANAGEMENT OF SCRUM-BASED PROJECTS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY . *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Черкаси: ЧДТУ*, 2022. №2. С.4 – 10. DOI: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2022.261704> (Фахове видання України категорії Б)

Тези доповідей у збірниках праць міжнародних наукових конференцій:

4. Підкуйко О.І. Розробка онтологічної моделі ситуацій в проєкті галузі інформаційних технологій.// *Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листопада 2022 [Електронний ресурс]. К: НУХТ, 2022. С.150 URL: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.

5. Прокопенко Т. О., Підкуйко О. І. АНАЛІЗ СИТУАЦІЙ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ//*Збірник тез доповідей Міжнар. наук.-практич. конфер. «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій»* (9 груд. 2022 р., м. Черкаси) [Електронний ресурс] / упоряд. : Т. О. Прокопенко, Я. В. Тарасенко. М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2022. С. 27

6. Підкуйко О.І. Концепція створення інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій.// *Х Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 24 листопада 2023 [Електронний ресурс]. К: НУХТ, 2023. 132 с. URL:<https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>

7. Prokopenko T.O., Pidkuiko O.I. Application of the ontological approach to the development of information technology of situational management // *Матеріали VII Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 26 листопада 2020. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2020. С. 147.
URL:<https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii/>
8. Підкуйко О.І. Інформаційна технологія ситуаційного управління проєктами. *VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»* 26-27 листопада 2020 року Черкаси-Харків-Баку-Бельсько-Бяла. С.103.
9. Підкуйко О.І. Особливості розробки проєкту програмного продукту для поліпшення життя мешканців міста Черкаси. *VI Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»* 14-16 листопада 2018 року Черкаси-Баку-Бельсько-Бяла- Харків. С.67.
10. Прокопенко Т.О., Підкуйко О.І. ОНТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ. 2021. *IX Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»* 18-19 листопада 2021 року Черкаси-Харків-Баку-Бельсько-Бяла. Том 2: секція 4. С.27.
11. Підкуйко О.І. Особливості моделювання ситуаційного управління проєктами на основі онтологічного інжинірингу// *Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 26 листопада 2021. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2021. С.189.
URL:<https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d8fa4256-8bfd-479a-9a1f-e46805cea4a3/content>
12. Прокопенко Т.О., Підкуйко О.І. ОСОБЛИВОСТІ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ В ПРОЄКТАХ ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ *Збірник тез доповідей II Міжнар. наук.-практич. конфер. «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій»* (06 груд. 2023 р., м. Черкаси) [Електронний ресурс] / упоряд. : Т. О. Прокопенко, Я. В. Тарасенко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2023. С.37.
URL:https://drive.google.com/file/d/1f0cc_HaFDH4G3AI_NfwqfTjaMjyWBvkc/view

ЗМІСТ

ЗМІСТ	10
ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1	18
АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	
1.1. Аналіз підходів застосування ситуаційного управління в проєктах	18
1.2. Аналіз застосування онтологій в інформаційних технологіях	26
1.3. Аналіз інформаційних технологій управління проєктами	49
1.4. Постановка задачі дослідження	55
1.5. Висновки до розділу 1	57
Список використаних джерел до розділу 1	58
РОЗДІЛ 2	66
МОДЕЛЮВАННЯ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ	
2.1. Модель ситуації в проєктах	66
2.2. Графоаналітична модель ситуаційного управління проєктами	74
2.3. Онтологічна модель ситуаційного управління проєктами	83
2.4. Концепція інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій	90
2.5. Висновки до розділу 2	97
Список використаних джерел до розділу 2	98
РОЗДІЛ 3	102
МЕТОД СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ	
3.1. Імітаційне моделювання ситуаційного управління проєктами	102
3.2. Метод прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах	115
3.3. Формування інформаційних потоків ситуаційного управління проєктами	121
3.4. Висновки до розділу 3	129
Список використаних джерел до розділу 3	129
РОЗДІЛ 4	131
ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	
4.1. Програмно-інформаційне забезпечення інформаційної технології ситуаційного управління проєктами	131
4.2. Науково-практичні результати експериментальних досліджень	144

	11
4.3. Результати досліджень в реальних умовах	
4.4. Висновок до розділу 4	153
Список використаних джерел до розділу 4	153
ВИСНОВКИ	155
ДОДАТКИ	157

ВСТУП

Актуальність теми

Впродовж життєвого циклу проєкту може відбуватись значна кількість подій, які важко передбачити та дослідити кількісними методами. Знання та вміле застосування ситуаційних підходів до управління забезпечить можливості проєктному менеджеру впливати та ситуацію, що сприятиме підвищенню ефективності виконання процесів та задач, а також вмотивованого підходу до прийняття рішень. Тому для підвищення ефективності управління проєктами в складних, кризових умовах різко змінюваних обставин необхідно розробляти нові та модифікувати існуючі інформаційні технології управління, що поєднують формалізовані методи управління та евристичні способи прийняття рішень на основі оцінювання теперішнього стану та прогнозування майбутнього з врахуванням впливу різних факторів.

В управлінні проєктами успіх прийняття правильних та точних оперативних рішень залежить від наявної інформації. Це забезпечить можливість оцінити ймовірні потенційні результати, а також сприятиме підвищенню продуктивності розробників. Однак при цьому постає необхідним дослідження різних ситуацій, які можуть виникнути і вплинути на динаміку реалізації проєкту. Дієва аналітика, ключовими елементами якої є цілеспрямованість та сценарій аналізу інформації, забезпечить можливість розробки інформаційних моделей. Такі моделі сприятимуть моніторингу та аналізу результатів, своєчасно попереджатимуть про виникаючі зміни, які можуть мати серйозні наслідки в майбутньому.

Існуючі моделі та методи управління проєктами в складних, кризових умовах не забезпечують можливостей опису ситуації та генерації відповідних до поточної ситуації управлінських рішень. Кризові ситуації в проєктах, що виникають в складних, кризових умовах різко змінюваних обставин, досить складно передбачити та вчасно вжити відповідних превентивних заходів. У складних випадках встановлення причинно-наслідкового зв'язку між факторами маємо неструктуровані дані різного роду та характеру. Тому для вирішення

даного завдання необхідно застосувати комбінований підхід, в основі якого комплексне поєднання методів ситуаційного управління, формалізованих, інтелектуальних методів та експертних методів, а також онтологічного інжинірингу.

У зв'язку з цим виникає **актуальна науково-прикладна задача** розробки нової інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій, що сприятиме підвищенню ефективності управління проєктами.

Значним внеском у розвиток теорії управління проєктами є роботи відомих українських та зарубіжних вчених Бушуєва С.Д., Теслі Ю.М., Данченко О.Б., Прокопенко Т.О., Jeff Sutherland, Dominik Maximini, P. Serrador, R. Turner.

Ситуаційне управління досліджується в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених Ладанюка А.П., Бондар О. В., Дмитрієва О. М., Мельник А. Ф., Оболенський О.Ю., Оксамитної Л.П., Васіна А.Ю., Гордієнко Л.Ю., В.О. Василенка, В.І. Шостки, О.М. Клейменкова.

Дослідженню та розробці концепту «онтологія» в рамках комп'ютерних наук займалися такі вітчизняні та зарубіжні науковці: Gruber T.R., R. Towards , Guarino N., Alterovitz G., Xiang Мю, Hill D.P., Lomax J., Liu J., Грібков С.В., Литвин В.В., Басюк Т.М., Досин Д.Г. та інші представники онтологічного інжинірингу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження виконано в рамках науково-дослідних робіт:

- «Розробка комплексних технологій інтелектуального керування складними організаційно-технологічними об'єктами в кризових умовах» державна реєстрація №0120U104341, 2021-2022 ;

- «Інтелектуальні технології управління складними організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням ризиків» (ДР№0123U101686, 2023-2025pp.) відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Черкаського державного технологічного університету, в якій автор був виконавцем.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності управління проєктом за рахунок розробки нової інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій.

Для досягнення вказаної мети в дисертаційній роботі виділено наступні задачі дослідження:

- провести аналіз підходів застосування ситуаційного управління в проєктах;
- провести аналіз особливостей розробки моделей на основі онтологій;
- провести аналіз існуючих програмних засобів та систем в управлінні проєктами;
- розробити модель ситуації в проєктах у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак;
- вдосконалити графоаналітичну модель ситуаційного управління проєктами;
- побудувати онтологічну модель ситуаційного управління проєктами, що сприятиме виробленню та прийняттю управлінського рішення;
- розробити та обґрунтувати концепцію ІТ ситуаційного управління проєктами на основі онтологій ;
- розробити метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах.

Об'єктом дослідження є процеси ситуаційного управління проєктами в різних галузях, зокрема і в галузі інформаційних технологій.

Предметом дослідження є моделі та методи ІТ ситуаційного управління проєктами.

Методи дослідження, що використані у дисертаційній роботі, базуються на методах системного аналізу при розробці концепції побудови ІТ ситуаційного управління проєктами; методи аналізу ієрархій, якісні методи прийняття рішень, методи теорії нечітких множин при розробці моделі ситуації та методу прийняття рішення на основі індексу ефективності ситуації; для вироблення рішень в ході ситуаційного управління проєктами застосовані методи онтологічного інжинірингу; методи ситуаційного аналізу, сценарного підходу,

теорії графів застосовано при вдосконаленні графоаналітичної моделі ситуаційного управління проектом; статистичні методи, а також метод природного експерименту при впровадженні результатів дослідження в умовах реального проекту.

Наукова новизна. При вирішенні поставленої задачі отримані наступні наукові результати:

1. вперше розроблено модель ситуації в проектах у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак, що забезпечує формалізований опис ситуації, а також моніторинг та оцінку ситуації на основі зміни ситуативних факторів в режимі реального часу умов різкої зміни обставин та кризи;
2. вдосконалено графоаналітичну модель ситуаційного управління проектами, що на відміну від існуючих забезпечує можливості отримання причинно-наслідкового зв'язку між поточною ситуацією, ситуаційними цілями та рішеннями;
3. вперше розроблено онтологічну модель ситуаційного управління проектами, що на відміну від існуючих забезпечує взаємозв'язок та узгодженість рішень у відповідності до ситуації в умовах реального часу, а також синхронного відтворення управлінського рішення у відповідності до ситуації;
4. вперше запропоновано метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проектах, що на відміну від існуючих спростить процедуру вибору та прийняття управлінського рішення в ситуаціях різко змінюваних обставин та кризи, зокрема в проектах галузі інформаційних технологій;
5. набула подальшого розвитку концепція ІТ ситуаційного управління проектами на основі онтологій, що на відміну від існуючих комплексно характеризує підходи до прийняття рішення в проєктній ситуації, є основою розроблення методів та моделей ІТ ситуаційного управління проектами з врахуванням умов різко змінюваних обставин та кризи, а також забезпечує ефективне управління проектом в різних галузях, зокрема інформаційних технологій.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблена інформаційна технологія ситуаційного управління проектами здійснює моніторинг та оперативну оцінку ситуацій в проектах, враховуючи умови різкої зміни обставин та криз, а також виконує функції забезпечення підтримки прийняття рішень та визначається як складова частина загальної інтегрованої системи управління проектами, що дозволить розширити інтелектуальні можливості даних систем, а також підвищити ефективність управлінських процесів в ході реалізації проектів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено:

- у Черкаській державній технологічній університеті при виконанні НДР «Розробка комплексних технологій інтелектуального керування складними організаційно-технологічними об'єктами в кризових умовах» державна реєстрація №0120U104341, кафедра інформаційних технологій проектування, 01.2021 — 12.2022 рр.;

- у Черкаській державній технологічній університеті при виконанні НДР «Інтелектуальні технології управління складними організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням ризиків» (ДР№0123U101686, 2023-2025рр.), кафедра інформаційних технологій проектування;

- у ТОВ «АНДЕРСЕН», а саме при розробці онтолого-керованої системи ситуаційного управління проектом на основі Scrum

Результати дисертаційного дослідження мають науково-практичне значення. Побудовані автором алгоритми реалізації розроблених методів використані при створенні елементів програмного забезпечення запропонованої інформаційної технології.

Особистий внесок здобувача. Усі основні положення й результати дисертаційної роботи, що захищаються, одержані автором самостійно. Роботи [4,6, 8, 9, 11] виконувались без співавторства.

У спільних публікаціях автору належить такі результати: модель ситуації в проекті у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак [1]; аналіз можливостей застосування ситуаційного аналізу в проектах [2];

графоаналітична модель ситуаційного управління проектом, індекс ефективності для ситуації з метою забезпечення прийняття ефективних управлінських рішень [3]; процедура аналізу ситуацій в проєктах, зокрема галузі інформаційних технологій [5]; дослідження можливостей застосування онтологічного інжинірингу при розробці інформаційної технології ситуаційного управління проектом [7]; онтологічна модель ситуаційного управління проєктами [10]; особливості ситуаційного управління проєктами в галузі інформаційних технологій [12].

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень та розробок, викладених у дисертаційній роботі доповідались та обговорювались на наукових конференціях та семінарах:

VII - X Міжнародній науково-технічній Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (2020 - 2023);

I – II Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій» (2022, 2023);

VI, VIII, IX Міжнародній науково-технічна конференції «Проблеми інформатизації» (2018, 2020-2021)

Публікації. За темою дисертації опубліковано 12 друкованих праць, у яких викладено основний зміст виконаних досліджень, з них 3 статті у фаховому виданні категорії Б та виданні, що включено у міжнародну наукометричну базу даних Scopus, 9 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, основної частини, що включає 4 розділи, висновків, списку використаних джерел, який містить 123 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 170 сторінок. Основна частина містить 135 сторінок, включаючи 17 рисунків і 15 таблиць.

РОЗДІЛ 1

1.1. Аналіз підходів до застосування ситуаційного управління в проєктах

Тенденція глобалізації та цифровізації сучасного світового розвитку спрямована на активізацію інноваційних технологій, зокрема в системі менеджменту. Передовий досвід застосування подібних інновацій, особливо компаніями в сфері інформаційних технологій (ІТ), забезпечує підвищення ефективності за рахунок подвійного управління в поточній та стратегічній діяльності. Тому актуальним є реалізація поставлених задач шляхом застосування проєктного підходу, в основі якого є Agile методологія розробки програмного забезпечення, що сприяють підвищенню продуктивності розробників.

Проєкти, зокрема в сфері інформаційних технологій, характеризуються рядом особливостей, зокрема недетермінованістю, активністю, наявністю та зміною багатьох цілей, тісним взаємозв'язком організаційних та технологічних процесів [1]. В ході реалізації таких проєктів можливе виникнення неоднозначних ситуацій, що є непередбачуваними по своїй суті та впливають на ефективність проєкту. Такі ситуації вимагають врахувати досить нові та складні фактори, які в різному ступені визначають успішність проєкту. Метод ситуаційного управління сприяє дослідженню ситуацій в ході управління проєктом та забезпечує контроль реалізації проєкту [1].

Ситуаційний аналіз є важливим інструментом управління проєктами, оскільки він дозволяє прогнозувати можливі наслідки різних управлінських рішень та допомагає уникнути негативних наслідків у майбутньому. Застосування ситуаційного аналізу при розробці проєкту, зокрема в ІТ галузі може бути корисним у наступних аспектах:

1. Прогнозування ризиків. Аналізуючи різні сценарії, можна визначити потенційні ризики, які можуть виникнути під час реалізації проєкту, і розробити стратегії їх управління.

2. Вибір оптимальних стратегій. Аналізуючи ситуації, можна визначити найкращі стратегії та рішення для досягнення мети проєкту в умовах, що можуть змінюватися.

3. Оцінка варіантів розвитку. Ситуаційний аналіз дозволяє оцінити різні варіанти розвитку подій та їхні впливи на проєкт, що сприяє усвідомленому вибору стратегії.

4. Антиципація можливих проблем. Виявлення можливих проблем заздалегідь дозволяє приймати запобіжні заходи та планувати дії на випадок виникнення негативних сценаріїв.

Ситуаційний аналіз допомагає уникнути непередбачених проблем, підготувати плани дій на випадок різних обставин, а також дозволяє краще розуміти вплив прийнятих управлінських рішень на результативність проєкту. Це важливий інструмент для ефективного управління проєктами, оскільки дозволяє враховувати можливі ризики та ситуації заздалегідь, що полегшує прийняття обґрунтованих рішень на різних етапах реалізації проєкту.

Знання та вміле застосування ситуаційних підходів до управління допоможе проєктному менеджеру змінити ситуацію та підвищити загальну ефективність проєкту. Існування безлічі зовнішніх та внутрішніх факторів вимагає аналізу конкретних ситуацій та пошуку відповідного управління.

Ситуаційні теорії управління базуються на ідеї того, що ефективне управління проєктом залежить від контекстуальних обставин і умов, що визначають конкретну ситуацію. Ці теорії підкреслюють важливість адаптації управлінських підходів до поточного середовища та умов.

Аналіз ситуацій включає в себе оцінку різноманітних факторів, таких як характеристики проєкту (або керованого об'єкта), зовнішні умови, конкурентні аспекти, ресурси, потреби замовників тощо. Цей аналіз допомагає проєктному менеджеру розуміти ситуацію якнайбільш повно і приймати рішення, що найбільш відповідають поточним умовам.

Залежно від ситуації, управлінські теорії, такі як теорія контингентного управління, теорія обмежень (ТО), ситуаційне управління тощо, можуть

пропонувати різні стратегії та підходи до прийняття рішень. Наприклад, в одних ситуаціях ефективним може бути акцент на лідерство і мотивацію персоналу, в інших – на оптимізацію процесів чи ресурсів.

Загальний принцип полягає в тому, що аналіз ситуацій допомагає проєктному менеджеру зрозуміти, які методи чи стратегії можуть бути найбільш ефективними в конкретних обставинах, щоб досягти мети проєкту чи покращити результативність управління [2].

Оскільки ситуація постійно змінюється, проєктному менеджеру необхідно адаптувати організаційну структуру проєкту для збереження його продуктивності та досягнення мети проєкту в змінюваній ситуації. Зміни в ситуації можуть вимагати перегляду організаційної структури для оптимізації продуктивності та ефективності проєкту. Тому, зміну організаційної структури проєкту можна реалізувати на основі наступних дій [3]:

1. Аналіз вимог ситуації до проєкту. Визначення специфічних вимог, що виникають у зв'язку зі змінюваною ситуацією, є критичним. Це включає в себе оцінку поточних умов, зміни в обставинах та вимоги стейкхолдерів. Розуміння цих факторів допоможе визначити необхідні зміни в проєкті.

2. Обрання відповідного підходу до управління. На основі аналізу ситуації потрібно обрати методи та стратегії, які будуть найбільш ефективними для успішного керування проєктом в нових умовах. Це може включати зміну методології управління проєктами, ресурсів чи комунікаційних стратегій.

3. Створення потенціалу для гнучкості проєкту. Важливо забезпечити, щоб організаційна структура та процеси проєкту могли легко адаптуватися до змін. Гнучкість і можливість швидко реагувати на зміни у ситуації дозволяють підтримувати продуктивність.

3. Здійснення відповідних змін. Після визначення потреб у змінах та створення гнучкості проєкту, необхідно реалізувати ці зміни. Це може включати перегляд організаційної структури, процесів, ролей та відповідальностей.

Таким чином, застосування ситуаційного підходу забезпечить можливості реагування проєкту на мінливі умови і специфічні обставини з метою уникнення

ризикових подій та ситуацій. Аналіз факторів, задач та процесів управління, що найбільше відповідають специфічним ситуаціям, сприяє підвищенню ефективності проєкту та досягненню мети проєкту.

Як зазначається в [4-6], в проєктах, що реалізуються на основі Agile software development, процес розробки програмного забезпечення вимагає постійного коригування вартості проєкту з безпосереднім контролем якості, термінів та тривалості. Це забезпечує можливості інноваційного підходу у системі управління. В основі методології Agile є короткий цикл, що забезпечує мінімальний приріст програмного продукту, тобто ітерація [7]. Однак, при цьому важливого значення набувають у рамках ітерації дослідження різних ситуацій, які можуть виникнути і вплинути на хід реалізації проєкту. Тому, динаміка реалізації проєкту вимагає чіткої постановки завдань, чіткого формулювання вимог, розподілу процесів між виконавцями, чіткої координації дій та рішень, адаптації до стилю командної роботи.

Проєкт розглядається як складна організаційно-технологічна система [8], яка характеризується комплексними підходами в управлінні, а також суворими стандартами та принципами. Згідно теорії ситуаційного управління, що розглянуто авторами [9], в процесі реалізації проєктів не існує універсального методу управління, який підходить до всіх ситуацій. Замість цього, цей підхід визнає, що ефективні методи управління визначаються конкретними умовами, характеристиками проєкту та потребами стейкхолдерів. Ситуаційний аналіз включає в себе оцінку різноманітних факторів, що впливають на управління проєктом. Враховуючи унікальність кожного проєкту, менеджер проєкту має здатність адаптувати методи управління для досягнення найкращих результатів. Це може означати зміну стратегій, технік або процесів управління залежно від потреб проєкту.

Проведення детального аналізу поточної ситуації, враховуючи фактори як внутрішнього, так і зовнішнього середовища, допомагає зрозуміти потреби, обмеження та можливості проєкту. Управління проєктом повинне бути гнучким для адаптації до змін в умовах, що можуть змінюватися протягом життєвого циклу

проєкту. Застосування унікальних стратегій, що відповідають специфіці кожного проєкту, повинні відповідати його меті та вимогам. Цей підхід дозволяє менеджерам проєктів адаптувати свої методи і стратегії управління для досягнення кращих результатів у конкретних умовах проєкту. Оцінка ситуації є ключовим елементом успішного ситуаційного управління, оскільки вона дозволяє враховувати всі важливі фактори перед прийняттям управлінських рішень.

Дослідження процесів ситуаційного управління проєктами базується на застосуванні методів нечіткої логіки [10], логіко-лінгвістичних моделей [11], процедур навчання та узагальнення при генерації управлінських рішень згідно поточної ситуації [12].

Існує ряд методів, що реалізують різні шляхи ситуаційного підходу в управлінні проєктами. Значна група методів, що описана в [13], орієнтована на формування штучної мови опису ситуацій і відносин між об'єктами. Однак побудова семантичної моделі проєкту і процесів розробки програмного забезпечення, що протікають у ньому, не завжди виправдано та є громіздким при описі ситуацій в системі управління проєктами. Процес створення мови досить трудомісткий і далеко не завжди приводить до позитивного результату.

В [14] для аналізу ситуацій автори пропонують емпірично визначити зв'язок між ефективністю та загальним успіхом та показати вплив ефективності на загальний успіх проєкту. При вирішенні певних задач, дані методи можливо об'єднати, однак при цьому необхідно врахувати ряд суттєвих відмінностей.

У процесі управління проєктом, зокрема ІТ проєктів, необхідно забезпечити гнучкість процесів розробки програмного продукту, адаптації до внутрішніх та зовнішніх факторів, виходячи з того, що як зовнішнє середовище, так і умови реалізації проєкту будуть змінюватися. Однак у більшості випадків досить важко передбачити, як відбуватимуться ці зміни. Тому управління проєктами, зокрема в ІТ галузі, що реалізуються в динамічних умовах різкої зміни обставин, є слабко структурованою проблемою, що характеризуються неможливістю використання методів і моделей, в основі яких точний опис проблемних ситуацій, як і зазначено в [15].

Так, в роботі [16] для гнучкої розробки програмного забезпечення пропонується гібридна модель XP і Scrum, яка отримала назву XSHM. Дана модель є гнучкою та забезпечує можливості адаптації сильних та корисних функцій як моделей програмування Scrum, так і екстремальної, а також пропускати або відключати всі невідповідні та менш ефективні модулі обох моделей. Однак такий підхід зводиться лише до вибору техніки моделювання в деяких ситуаціях гнучкої розробки. При цьому не враховується різні ситуації, зокрема кризові та ризикові, що можуть виникнути в ході реалізації проєкту та призвести до негативних наслідків.

Робота [17] присвячена дослідженню гібридних методологій управління проєктами, програмами та портфелями проєктів. В роботі пропонується конвергентний підхід до побудови гібридних методологій управління проєктами з точки зору процесів прийняття рішень в управлінні проєктами на основі різних платформ. Даний підхід є актуальним до побудови методології управління інфраструктурними проєктами та програмами, однак при цьому не враховується складність прийняття рішень в умовах швидко змінюваних обставин.

В роботі [18] запропоновано багатокритеріальну модель прийняття рішень для оцінки ефективності проєктів. Дослідження базується на врахуванні важливості факторів ризику управління проєктом. В роботі застосовано методи WASPAS, COPRAS та EDAS. Однак такі дослідження мають базуватись на точно та чітко визначених даних, що не враховують процеси різкої зміни ситуації та можливості адаптації до зовнішніх впливів.

Дослідження роботи [19] базуються на проєктах гнучкої розробки програмного забезпечення з фіксованою вартістю та фіксованим графіком. При цьому використовується багатогруповий аналіз (MGA) для виконання повторних порівнянь параметрів між групами методологій Scrum або Kanban на основі моделювання структурних рівнянь (SEM). При цьому показано, що управління ризиками має посередницький ефект між обсягом проєкту, ресурсами та якістю кінцевого продукту. Та більше уваги в цьому дослідженні приділено дослідженню впливу обмежень управління проєктами на проєкти розробки програмного

забезпечення Agile з фіксованою вартістю. Однак зовсім не приділяється увага обробці даних якісного характеру, а також вирішенню слабкоструктурованих та неструктурованих задач.

Визначення та вивчення найважливіших особливостей застосування фреймворку Scrum з теоретичного та практичного аспектів в рамках проєктів в ІТ-секторі детально розглянуто в роботі [20]. Однак відсутнє дослідження моделей та методів, що ґрунтуються на аналізі ситуацій в проєктах. Онтологічний інжиніринг, що застосовано в роботі [21], сприяв розробці інформаційної технології, яка б працювала однаково з різними предметними областями.

Автори роботи [22], спираючись на дослідження впливу нових глобальних трендів, пропонують підхід до створення систем управління проєктами, який базується на необхідності адаптації організаційно-методологічної та технологічної складових цих систем до специфіки проєктно-орієнтованої компанії та умов цифрової трансформації. На основі такого підходу удосконалено методичну, організаційну та технологічну складові систем управління проєктами, однак при цьому не враховується які вимоги до проєкту висуває поточна ситуація і які впливи при цьому можливі на кінцеву реалізацію проєкту.

В роботі [23] автори запропонували моделі, метод та структуру багатомовної інтелектуальної системи планування та моніторингу проєкту та її експериментальну перевірку здатності розуміти висловлювання менеджерів різними мовами. Дана система дозволяє забезпечити можливості практичної роботи в розподілених системах управління для віддаленої взаємодії керівників і спеціалістів із системою різними мовами, однак при цьому не досліджується наявність різних ситуацій в проєкті та управління ситуацією.

Робота [24] присвячена дослідженню тенденцій змін в управлінні проєктами від традиційного управління, зосередженого на процедурах, процесах, до креативного, що спрямований на внутрішньоорганізаційний поведінку. Однак при

цьому відсутні можливості врахування конкретних ситуацій, їх опис та залежність від різних факторів.

В роботі [25] авторами враховується залежність від складності ситуації при формуванні структури, змісту та послідовності етапів методу адаптивного управління параметрами відображення інформаційної моделі повітряної обстановки, що дозволяє модифікувати базову інформаційну модель та розподілити її між відповідними засобами відображення інформації.

Робота [26] розкриває особливості сучасних ERP-систем управління бізнес-процесами підприємств та проєктів. Автори зазначають доцільність застосування подібних систем для ефективного планування комерційної складової проєктів, однак при цьому не враховується те, що однакові функції управління по-різному реалізуються у конкретних ситуаціях. Тому зважаючи, що існує безліч факторів як у проєкті, так і у зовнішньому середовищі, не існує єдиного "кращого" рішення. Для кожної конкретної ситуації ефективним є рішення, що найбільш повною мірою відповідає її стану.

Управління ситуаціями в проєктах має базуватись на основних положеннях ситуаційного підходу:

- управління повинно передбачати здійснення аналізу того, які вимоги до проєкту висуває ситуація і як описується ситуація;
- має бути обраний відповідний підхід до реалізації прийняття рішення, який би найкраще відповідав вимогам, висунутим до проєкту з боку ситуації;
- прийняття рішення повинно забезпечити створення потенціалу проєкту необхідну гнучкість, щоб можна було перейти до нового управлінського стилю, який відповідає ситуації;
- прийняття рішення має здійснити відповідні зміни, які дозволяють адаптуватися до ситуації.

Таким чином, ситуаційний підхід забезпечує можливості дослідження для проєктів проблемних ситуацій та як проєкт реагує на ризикові умови і специфічні обставини. Тому важливим є встановлення причинно-наслідкового зв'язку між ситуаціями, ситуаційними цілями, рішеннями, а також кінцевим результатом.

Застосування ситуаційного аналізу в управлінні проєктом, зокрема в галузі інформаційних технологій, має низку переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття рішень в умовах, що швидко змінюються. Тому розробка моделей та методів ситуаційного управління для проєктів, зокрема в галузі інформаційних технологій, є актуальним науковим завданням. При цьому для проєктів необхідно не просто ідентифікувати поточну ситуацію і відповідну їй множину керуючих рішень, а й визначити раціональні шляхи досягання цілей функціонування системи управління проєктом, для чого потрібно прорахувати можливі наслідки послідовності керуючих рішень на кілька кроків вперед. Дані завдання потребують залучення додаткових методів.

1.2. Аналіз застосування онтологій в інформаційних технологіях

Цифрова економіка продовжує розвиватися з величезною швидкістю завдяки цьому люди здатні збирати, використовувати, оброблювати та аналізувати величезні обсяги інформації та застосовувати ці новітні технології. Стрімкий розвиток та впровадження новітніх технологій активізував поглиблений інтерес до розвитку мов та систем для опису онтологій, що наочно дозволяє сформулювати та пояснити природу і структуру певних явищ.

Щорічно зростають потоки інформації, що обумовлює необхідність пошуку нових способів зберігання інформації, її графічного представлення, структуризації та систематизації, а також автоматичної обробки. Отже, інтерес до баз знань, які можна використовувати для різних практичних цілей та відповідно систем, які можуть без участі людини видобувати відомості з них значно зростає. Використання організаціями передових технологій дає шанс займати лідируючі позиції на ринку та залишати за собою конкурентні переваги компанії.

Інформаційні портали, електронна комерція, реінжиніринг бізнес процесів, управління базами даних - це лише частина ідей, які можуть дозволити компаніям домінувати на ринку серед своїх конкурентів. За твердженням

багатьох спеціалістів, технологія управління знаннями - єдине джерело надійної і стійкої конкурентної переваги.

Безліч компаній володіють величезними масивами інформації, розміщеної в базах і сховищах даних, на папері, в звітах про виконану роботу і в діловому листуванні, але найголовніше - вони мають досвід, накопичений протягом багатьох років, що зберігається в головах співробітників. Проблема полягає в добуванні і концентрації цих знань в одному місці в зручній і доступній для всіх формі для використання. Одним із найважливіших і перспективних напрямків в області структуризації знань та даних є - онтологічний інжиніринг - процес проектування і розробки онтологій. При відсутності загальноприйнятої методології й технології цей процес не тривіальна задача, що вимагає від розробників професійного володіння технологіями інженерії знань (від методів їх витягнення до структурування та формалізації) [27].

З кожним роком існує тенденція до зростання ролі комп'ютерних технологій, що супроводжується розвитком наукомістких галузей людської діяльності (постійно розширюється ряд задач, які вимагають вирішення, створюються нові наукові напрями). Як наслідок з'являються нові наукові поняття. Так з'явилося поняття «онтологія». Це поняття почали використовувати у таких галузях комп'ютерних наук як інженерія знань, інформаційні та інтелектуальні системи, системи обробки природної мови, менеджмент знань та інших.

Онтології розглядаються сьогодні в якості найбільш перспективного способу структурування інформації та, в зв'язку з цим, велика увага приділяється теорії і методиці розробки онтологій, які отримали узагальнену назву онтологічного інжинірингу. Онтологічний інжиніринг в інформатиці та інформаційній науці - нова область, яка вивчає методи і методологію для побудови онтологій, є формальним поданням понять в межах будь-якої предметної області та зв'язків між поняттями. Для розуміння цілей і завдань онтологічного інжинірингу, а також оптимального використання його методів, необхідно розглянути історію розвитку цього напрямку.

Поняття онтології в галузі інформаційних технологій було застосовано Томом Грубером у 1993 р. і визначено як «експліцитна специфікація концептуалізації» [28]. У роботі [29] автор розглядає онтологію, як специфікацію на концептуальному рівні.

Як вказано в [30], у контексті інформаційних технологій представлення знань, терміном онтологія можна визначити деякий механізм, спосіб, що використовується для опису деякої області знань (предметної області), зокрема базових понять цієї області, їхніх властивостей та зв'язків між ними. Тобто, онтологія є спробою масивної і детальної формалізації певної галузі знань з формуванням концептуальної схеми; включає в себе словник показчиків на терміни предметної області і логічні вирази, що описують відповідності між ними.

Одна з перших робіт, присвячених онтологічному інжинірингу, була опублікована в 1996 р японськими вченими R. Mizoguchi і M. Ikeda [31]. У роботі була запропонована нова науково-дослідна область - «онтологічний інжиніринг», виокремлено мету онтологічного інжинірингу, головна з яких - забезпечення основи побудови онтологічних моделей.

Як наукова дисципліна онтологічний інжиніринг отримав свій розвиток в рамках проекту Knowledge Acquisition Initiative of the Knowledge Acquisition Community (KA), який розроблявся в 1996-1999 рр. [31] У число розробників входили Richard Benjamins (Іспанія), Stefan Decker (Ірландія), Dieter Fensel (Німеччина), Asuncion Gomez-Perez (Іспанія). Результатами проекту стали вісім онтологій («організації», «проекти», «особистості», «напрямую досліджень», «публікації», « події », « дослідні продукти », « дослідні групи »), а також система Ontobroker [32].

Ontobroker - це базовий компонент у сфері технологій Семантичної мережі, зокрема в галузі інженерії та управління онтологіями. Розроблений в Інституті AIFB (Інститут для прикладної інформатики та формальних методів опису) при Карлсруе Інститут технології (KIT) в Німеччині, Ontobroker служив одним з

піонерських систем для управління онтологіями та підтримки представлення знань на початкових етапах розвитку Семантичної мережі.

Ontobroker надавав функціональні можливості для зберігання, запитування та міркування з онтологіями, представленими мовами, такими як фреймворк опису ресурсів (RDF) та Схема RDF (RDFS). Він був призначений для підтримки розробки застосунків Семантичної мережі шляхом сприяння інтеграції та маніпулювання структурованими знаннями, представленими в онтологіях.

Однією з помітних особливостей Ontobroker була підтримка запитування та міркування на основі онтологій. Вона дозволяла користувачам виражати складні запити щодо онтологічних знань та виконувати виведення, щоб вивести неявну інформацію зі збережених онтологій. Ця можливість була важливою для застосунків, які потребують високорівневої обробки знань та семантичного міркування.

Ontobroker вніс свій вклад у ранні дослідницькі та розвивальні зусилля в спільноті Семантичної мережі, вплинувши на наступні системи та фреймворки для управління онтологіями та семантичного міркування. Хоча конкретне використання Ontobroker може з часом зменшуватися з появою новітніх технологій та систем, його спадок залишається значним у розвитку інфраструктури та інструментів Семантичної мережі.

Термін "онтологія" використовується у різних контекстах, але в штучному інтелекті, інженерії знань та базах даних це поняття має свої специфічні відтінки.

В рамках штучного інтелекту, онтологія - це формальна специфікація концептів, термінів, та їх взаємозв'язків в певній предметній області. Вона визначає набір концепцій та їх взаємодію, що дозволяє створювати системи, здатні розуміти та обробляти інформацію. Онтології використовуються для створення моделей знань, які допомагають у розв'язанні проблем штучного інтелекту, у тому числі для розуміння тексту, побудови систем рекомендацій, аналізу даних та інших завдань.

В області баз даних, онтологія є формальною специфікацією предметної області, яка описує сутності, взаємозв'язки між ними та правила обробки даних.

Вона допомагає у створенні концептуальних моделей даних, що полегшують розуміння структури даних та їх взаємодії в системі.

У контексті об'єктно-орієнтованого проектування, онтологія може бути розглянута як набір класів, об'єктів, їх атрибутів та методів, які використовуються для моделювання предметної області або системи.

Отже, у всіх цих випадках онтологія використовується для створення формальних моделей предметної області або системи, що допомагає у розумінні та обробці інформації в цій області, будь то для штучного інтелекту, баз даних чи об'єктно-орієнтованого програмування.

Автори [33] розглядають онтології за своєю сутністю:

- застосовуються в штучному інтелекті і семантичній павутині як форма представлення знань про реальний світ в цифровому форматі;
- надійний семантичний базис у визначенні змісту
- дозволяють уявити поняття в такому вигляді, що вони стають придатними для комп'ютерної обробки;
- залишаються зрозумілими не тільки машини, але і людині;
- загальна логічна теорія, що складається зі словника та набору тверджень на деякій мові логіки;
- по суті є основою – інтерфейсом спілкування між людьми і комп'ютерами.

Онтології в контексті штучного інтелекту дозволяють системам створювати структуроване та формальне представлення понять, що робить їх придатними для обробки машинами.

Створення онтологій дозволяє:

1. Представляти нові поняття. Онтології дозволяють визначати нові поняття та відносини між ними в чіткий та формальний спосіб. Це дозволяє системам розуміти і обробляти ці поняття.
2. Створювати зв'язки. Завдяки онтологіям можна створити зв'язок між новими поняттями та вже відомими класами, відносинами, властивостями і

об'єктами, що існують у системі. Це дозволяє системі робити аналіз інформації і приймати рішення, використовуючи ці зв'язки та знання.

3. Узагальнювати та відображати знання. Онтології допомагають у створенні загальних моделей, які можуть описати концепції та відносини в різних предметних областях. Це дозволяє узагальнювати знання та використовувати його для різних цілей.

4. Систематизувати знання. Онтології допомагають систематизувати та організувати знання в логічну та структуровану форму, що полегшує їхнє використання та обробку.

Узагальнення понять та відносин між ними через онтології дозволяє системам інтелектуально обробляти та розуміти інформацію, навіть якщо вони раніше не стикалися з певними поняттями чи взаємозв'язками. Це забезпечує підвищену гнучкість та ефективність управління знаннями та даними в системах штучного інтелекту.

Згідно [34], онтології можна класифікувати залежно від їхньої специфікації та області застосування (рис.1.1). Так, виділяють:

- прикладні онтології, що специфікуються для конкретних застосувань або сфер діяльності. Вони визначають терміни, відносини та обмеження, які стосуються конкретної області. Прикладом може бути онтологія медичних термінів для системи управління медичною інформацією;
- онтології домену, що призначені описати терміни, відносини та обмеження в межах конкретного домену знань або сфери діяльності. Наприклад, онтологія автомобільної промисловості або онтологія освіти;
- онтології задачі, що фокусуються на представленні знань, які потрібні для вирішення конкретної задачі або класу задач. Вони зазвичай використовуються для визначення вимог до системи або для моделювання обмежень та процесів. Прикладом може бути онтологія для планування маршрутів у системах навігації;

– онтології верхнього рівня, що визначають загальні поняття та відносини, які можуть застосовуватися в різних контекстах. Вони часто використовуються для створення основи для інших онтологій або для забезпечення загальних стандартів та узгодженості. Прикладом може бути онтологія OWL (Web Ontology Language), яка визначає базові конструкції для представлення онтологій у веб-середовищі.

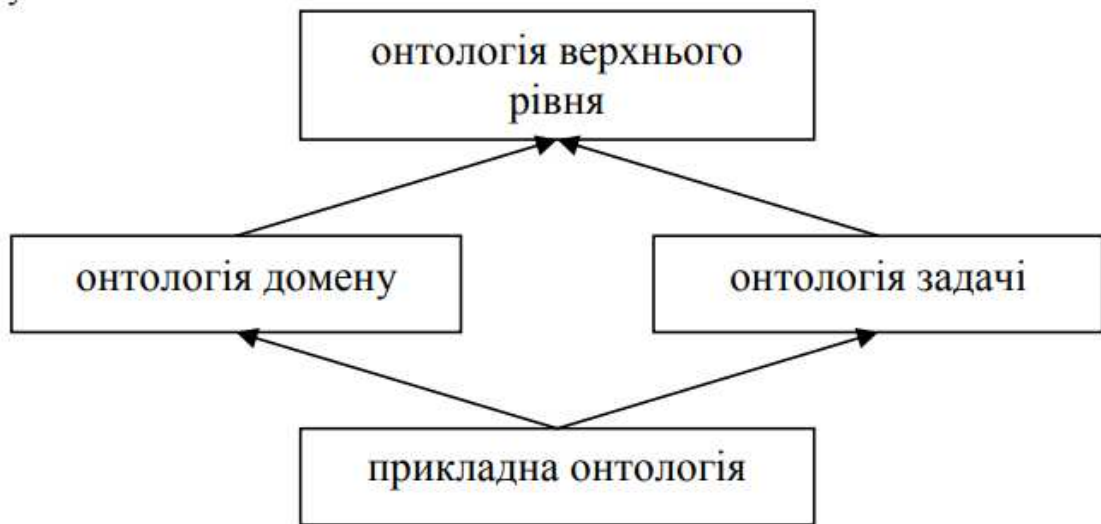


Рисунок 1.1 - Види онтологій, згідно з їх рівнем залежності від конкретної задачі або точки зору (Джерело: [34])

Ці типи онтологій можуть використовуватися окремо або в поєднанні для створення комплексних моделей знань та систем інформаційної підтримки.

Для опису онтологій існують різні мови і системи, однак використання візуального підходу є перспективнішим, оскільки він дозволяє фахівцям створювати графічні моделі онтологій. Це спрощує сприйняття та розуміння структури й взаємозв'язків між концептами та об'єктами в предметній області.

Візуальний підхід до опису онтологій має кілька переваг:

- легкість сприйняття. Візуальні моделі, такі як графи, діаграми тощо, можуть бути легше зрозумілі та сприйняті людиною. Вони надають наочність і можуть відобразити складні відносини між поняттями;

- ефективне спілкування. Візуальні моделі дозволяють легше комунікувати з різними учасниками процесу розробки онтологій, оскільки вони можуть бути більш інтуїтивно зрозумілі;
- простота редагування. Візуальні моделі можуть бути легко змінені та оновлені, що дозволяє фахівцям швидко адаптувати структуру онтології до нових вимог.

Різні програмні інструменти для створення графічних моделей можуть бути використані для створення візуальних онтологій, починаючи від простих програм для малювання, таких як PaintBrush, до спеціалізованих програм для моделювання, наприклад, Visio, або навіть спеціалізованих інструментів для роботи з онтологіями, таких як Protégé або TopBraid Composer.

Візуальний підхід дозволяє відобразити складні структури та зв'язки між концептами у формі, яка спрощує розуміння і спілкування для фахівців, що працюють з онтологіями. Так, в роботі [35] автори застосовують онтологію ядра, як основу для розробки предметних і прикладних онтологій, що створюють умови для системного вирішення складних задач. Онтологія ядра складається з онтологічної класифікації основних понять відповідно до фундаментальної базової формальної онтології на основі методів декомпозиції та узагальнення за загальноприйнятими структурами. При цьому онтологія є концептуально прозорою та семантично зрозумілою, тому вона підходить для передачі, обміну та пошуку теоретичних знань.

Згідно [36], онтологічний інжиніринг об'єднує дві основні технології проектування великих систем - об'єктно-орієнтований і структурний аналіз. Об'єктно-орієнтоване проектування (ООП) спрямоване на моделювання програмних систем за допомогою об'єктів та їх взаємодії. Воно базується на ідеї розбиття системи на окремі об'єкти, які мають свої властивості і поведінку, а також взаємодіють один з одним. Структурний аналіз, з іншого боку, фокусується на декомпозиції системи на менші складові частини, встановленні їхніх взаємозв'язків і аналізі їх функцій та властивостей.

Онтологічний підхід поєднує ці концепції, намагаючись створити формальну та структуровану модель предметної області. Онтологія дозволяє описати не лише об'єкти та їх взаємодію, а й концепти, відносини та правила в цій області. Вона дозволяє створювати загальну та формальну модель, яка полегшує розуміння системи для розробників, що працюють над автоматизованими системами. Такий підхід може бути корисним для проектування та структуризації складних систем автоматизації та управління, оскільки він дозволяє створювати системи з більшою зрозумілістю, структурованістю та легкістю у розробці та управлінні.

Онтологічний аналіз увійшов до стандарту IDEF5, який є основним засобом специфікації корпоративних інформаційних систем (KIC) і моделювання процесів бізнесу сьогодні.

Згідно [37], процес побудови онтології на основі методології IDEF5 складається з п'яти основних дій:

1. Вивчення і систематизація початкових умов. Ця дія встановлює основні цілі і контексти проекту розробки онтології, а також розподіляє ролі між членами проекту.
2. Збір і накопичення даних. На цьому етапі відбувається збір і накопичення необхідних початкових даних для побудови онтології
3. Аналіз даних. Ця стадія полягає в аналізі і угрупованню зібраних даних і призначена для полегшення побудови термінології.
4. Початковий розвиток онтології. На цьому етапі формується попередня онтологія, на основі відібраних даних.
5. Уточнення та затвердження онтології - заключна стадія процесу.

Набір цих засобів, по суті, і є онтологією системи, а стандарт IDEF5 надає структуровану методологію, за допомогою якої можна наочно і ефективно розробляти, підтримувати і вивчати онтологію.

При більш детальному вивченні онтологічного інжинірингу, можливо помітити, що на сьогодні не існує єдиного концепту систем проектування онтологій, що дозволяють візуально проектувати онтології різних предметних

областей. Вся онтологія будується як дерево або загальна мережа, що складається з концептів та зв'язків що їх поєднують. Концепти і зв'язки мають універсальний характер для деякого класу понять предметної області. Можна вибрати деяке поняття з цього класу і для нього «заповнити» онтологію, задаючи конкретні значення атрибутам. Онтологічний інжиніринг є могутнім когнітивним інструментом, що дозволяє зробити видимими структури корпоративного знання.

Як зазначено в [38], алгоритм онтологічного інжинірингу наступний:

- виділення концептів базових понять даної предметної області;
- визначення «висоти дерева онтологій» - числа рівнів абстракції;
- розподіл концептів по рівнях;
- побудова зв'язків між концептами визначення відношень і взаємодій базових понять;
- консультації з різними фахівцями для виключення протиріч і неточностей.

Ще однією перевагою онтологічного інжинірингу є цілісний підхід до формування СППР, як зазначають автори [39].

При цьому досягаються:

- системність онтології представляє цілісний погляд на предметну область;
- одноманітність матеріалу, представленого в єдиній формі набагато краще сприймається і відтворюється;
- науковість побудови онтології дозволяє відновити логічні зв'язки у всій її повноті.

Важливість онтологічного інжинірингу обумовлена також тим, що знання, яке не описане стає застарілим і даремним, а знання, яке розповсюджується, отримується і обмінюється, генерує нове знання.

Як вказано в [40], сучасні онтології (незалежно від специфікації мови і програмної реалізації) будуються на основі наступних компонентів онтологій:

- концепти (класи, поняття, сутності, категорії);

- властивості концептів (слоти, атрибути, ролі);
- відносини між концептами;
- деякі обмеження (фацет обмеження ролей).

Концепт - це шаблон, який містить безліч правил, що визначають форму екземпляра, тобто те яким чином може бути побудований екземпляр. В онтологіях концепти можуть мати атрибути, які використовуються для описування та характеристики конкретних екземплярів цих концептів. Атрибути можуть бути представлені як імена або структури полів запису, що містять інформацію про характеристики конкретних об'єктів або екземплярів концепту.

Зазвичай використовують три класифікації онтологій [40]:

- за ступенем формальності;
- по наповненню вмістом;
- за метою створення.

У класифікації онтологій за метою створення виділяють наступні типи онтологій:

1. Онтології представлення, подання. Мета створення таких онтологій - описати семантику мов, які будуть в подальшому використовуватися для опису мета-онтологій, онтологій предметної області та прикладних онтологій. Наприклад, засобами RDF / RDFS [41] описані поняття мови OWL [42];

2. Мета-онтології не залежать від обраної предметної області. Ними характеризуються загальні поняття, на підставі яких будуються онтології нижчого рівня. Такого роду онтології повторно використовуються в предметних областях;

3. Онтології предметної області; з їх допомогою формально описуються предметні області, в яких уточнюються поняття, визначені в мета-онтологіях. Ці онтології можуть повторно використовуватися в рамках тієї предметної області, для якої вони створені;

На основі аналізу [39-42], типології онтологій, що застосовуються в онтологічному інжинірингу, узагальнено можна класифікувати наступним чином (рис. 1.2):

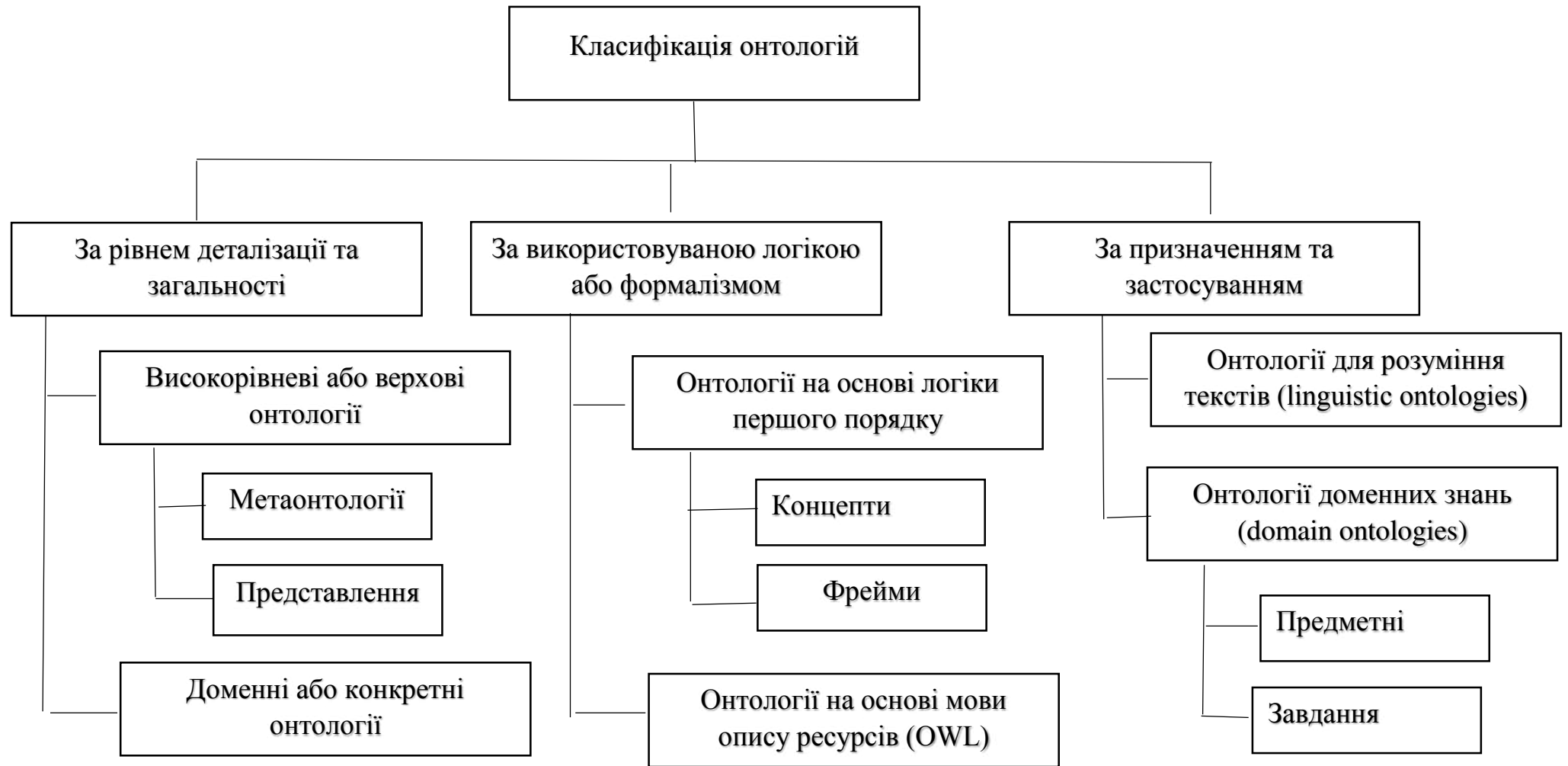


Рисунок 1.2 - Узагальнена класифікація онтологій

Автори [41] розглядають формальне визначення онтологій на основі фреймів і на основі логік. Згідно [41], фрейм визначається як структура даних, що складається з поля (слоту) та відповідного йому значення.

Фрейми використовуються для представлення знань у вигляді структур, що містять інформацію про об'єкти або концепти у вигляді пар "атрибут-значення". Кожен фрейм містить поля (слоти), які представляють атрибути об'єкта, та значення, які вказують на конкретну інформацію або дані, що характеризують ці атрибути.

Основними компонентами фрейма є[41]:

- Слоти (поля), тобто характеристики або атрибути, які визначають об'єкт чи концепт.
- значення слотів, тобто конкретні дані або інформація, що характеризує атрибути.

Фрейми можуть бути вкладеними, що означає, що значення слоту може бути фреймом саме по собі. Це дозволяє створювати ієрархічні структури даних, які забезпечують більш гнучке та деталізоване представлення інформації.

Використання фреймів дає можливість створювати системи, що оперують знаннями за допомогою представлення цього знання у вигляді легкозрозумілих структур, що дозволяють легко зберігати та обробляти інформацію про об'єкти та їх характеристики.

В даний час онтології стають все більш поширеними і знаходять застосування у області семантичного WEB, управління знаннями і експертних системах. З'являється цілий ряд мов онтологій, спеціалізованих під різні сфери застосування онтологій.

Застосування онтологій у моделюванні та проектуванні систем є перспективним і важливим напрямом. Онтологічні моделі дозволяють вирішувати проблему концептуалізації предметних областей підприємства шляхом створення чітких, структурованих та узгоджених моделей знань.

Важливі аспекти застосування онтологій у моделюванні систем включають[43]:

1. Уніфікація та стандартизація. Онтології дозволяють створювати уніфіковані моделі, що стандартизують та систематизують знання про предметну область підприємства. Це допомагає уникнути нев'язкостей та розбіжностей в розумінні термінів та концепцій між різними групами користувачів.
2. Єдина система представлення знань. Онтологічні моделі дозволяють об'єднувати різні моделі та види даних підприємства у єдину систему. Це полегшує розуміння та управління знаннями в компанії.
3. Аналіз та проектування. Застосування онтологій дозволяє проводити аналіз потреб бізнесу, створювати концептуальні моделі та проектувати системи з більшою точністю та структурованістю.
4. Інтеграція та обмін інформацією. Онтології допомагають вирішувати проблеми інтеграції різноманітних джерел даних і систем, що сприяє покращенню обміну та використанню інформації всередині підприємства.
5. Підтримка прийняття рішень. Моделі можуть служити основою для систем підтримки прийняття рішень, допомагаючи аналізувати, оцінювати та прогнозувати різні сценарії розвитку бізнесу.

Як вказано в роботі [44], застосування онтологічного підходу до моделювання архітектури системи при формалізації базових категорій предметної області підприємства представлено наступними перевагами:

- така модель універсальна і здатна описати різні аспекти архітектури системи економічної безпеки - від системи стратегій і цілей до організаційної структури і системи процесів бізнесу;
- модель застосовна на різних рівнях деталізації - від верхнього рівня опису базових категорій менеджменту, до рівня проектування аналітичних додатків;
- модель легко адаптується, при цьому глибина опрацювання окремих аспектів визначається практичною необхідністю і не регламентована методологією.

Онтології можуть бути використані всюди, де потрібна обробка даних, що враховує їх семантику. В багатьох галузях сучасного життя проводяться роботи, спрямовані на створення та впровадження загальних індустріальних (галузових) онтологій, які могли би бути основою для обміну даними між компаніями індустрії. Наприклад, самою потужною в фінансовому світі вважається FIBO, яка підтримується багатьма фінансовими системами [45].

Онтологічний інжиніринг взято за основу одного з важливих напрямків штучного інтелекту (розвиток Data Mining), тобто шляхів вирішення завдань «видобутку» знань і породження нових знань шляхом обробки деяких елементів вже наявних знань. Окремий випадок Data Mining, відомий як Text Mining, - витяг знань з текстів [46].

Онтології використовують і в системі освіти, зокрема активно розвивається напрямок використанні онтологій в електронному навчанні. Наприклад, в роботі [47] автори використовують онтології для автоматизації створення контенту систем комп'ютерного навчання. Передбачається підвищення якості інформаційного пошуку за рахунок автоматичного генерування тестових запитань і контрольних робіт. Дані методи засновані на виділенні однакових частин тестових питань та обчислювальних завдань. В деякій мірі дана технологія частково закриває потреба в семантичному пошуку.

В роботі [48] для вирішення завдання підвищення ефективності оперативного управління закладом вищої освіти пропонується будувати інформаційні ієрархії для проектування інтелектуальної моделі дистанційного навчального процесу. Основу таких моделей знань складають онтології, що містять опис структури і типології відповідних мережевих ресурсів.

Проект Enterprise project ставить перед собою за мету поліпшення існуючих методів моделювання роботи організації [49]. Ведеться розробка інструментальних засобів для повного опису роботи підприємства.

Використання онтологічних моделей впливає на різні аспекти та етапи процесу створення й експлуатації програмних систем. Крім вищеописаних,

існують як більш дрібні, так і більш великі проекти (наприклад, категоризація товарів, що продаються і їх характеристики на сайті Amazon.com).

Одним з найвідоміших проектів, який претендує на статус стандарту для онтологій вищого рівня, є SUMO (The Suggested Upper Merged Ontology), розроблений IEEE SUO (Standard Upper Ontology Working Group). Це верхня онтологія, призначена як основна онтологія для різних комп'ютерних систем обробки інформації. SUMO визначає ієрархію класів та відповідні правила та відносини [50].

Онтології грають важливу роль у лінгвістиці та вирішують різноманітні завдання в цій галузі. Вони допомагають систематизувати та структурувати знання про мову та її елементи, полегшуючи аналіз, розуміння та обробку мовної інформації. Ось кілька аспектів застосування онтологій у лінгвістиці:

Онтології допомагають визначати семантичні зв'язки між словами, фразами, поняттями та концепціями. Вони дозволяють встановлювати семантичні відносини, такі як синонімія, антонімія, гіпонімія тощо, що полегшує розуміння смислу мовних одиниць. Розробка та підтримка тезаурусів, мовний аналіз та обробка текстів, підтримка роботи зі словниками та мовними ресурсами та ін.

Одним з напрямків, яким приділялась увага, було використання автоматизації та різних підходів машинного навчання для видобування знань та покращення онтологій шляхом розширення та доповнення.

Один з найбільших проектів в області семантичного вебу - Дублінське ядро (Dublin Core), що служить стандартом метаданих для опису великого діапазону мережевих ресурсів. Дублінське ядро - словник (семантична мережа) основних понять англійської мови, призначений для уніфікації метаданих для опису щонайширшого діапазону ресурсів. З 2005 року словник представлений і у форматі RDF і є популярною основою для опису ресурсів в Семантичній павутині (Semantic Web) [51].

Таким чином, онтології надають структурований словник або термінологічну базу для подання та обміну знаннями про певну предметну

область. Вони не лише надають визначення термінів, але й встановлюють зв'язки та взаємозв'язки між цими термінами, що сприяє більш повному розумінню та інтерпретації предметної області. Все це свідчить, що онтології затребувані в багатьох областях людської діяльності.

Semantic Web - це концепція, запропонована Тимом Бернерсом-Лі в 2001 році, що визначає розширення світової павутини, де інформація має чіткий семантичний зміст, що робить його доступним для автоматизованого аналізу та інтерпретації не тільки людьми, але й комп'ютерними програмами. Основна мета Semantic Web полягає в тому, щоб створити універсальну платформу, на якій інформація має чітке семантичне значення та може легко обмінюватись та взаємодіяти між різними додатками та системами. Метою Semantic Web є зробити існуючий інтернет більш машинозчитуваним з тим, щоб використовувати інтелектуальних агентів для пошуку і обробки відповідної інформації [52].

В даний час семантичний-веб все швидше набирає обертів. Тим не менш, одним із перших результатів його дослідження є - Extensible Markup Language (XML) або розширювана мова розмітки [53]. Дана мова - універсальний синтаксичний фундамент, на якому можуть будуватися сучасні вирішення проблем представлених даних, а також відносин між ними. Крім XML існують інші технології: Extensible Hypertext Markup Language (XHTML), eXtensible Stylesheet Language Transformations (XSLT), Resource Description Framework (RDF), Web Ontology Language (OWL) і інші.

Для реалізації широкого діапазону онтології потрібні потужні та гнучкі мови представлення. Один з ключових моментів у створенні онтологічної моделі - вибір конкретного мови (мова специфікації онтології).

Мова повинна:

- бути досить виразною і зручною;
- допомогти користувачеві абстрагуватися від низькорівневих проблем, дозволяючи тим самим зосередитися на першорядній задачі - проектуванні онтології [41].

Технічну частину семантичної павутини становить сімейство стандартів та мови опису, включаючи XML, XML Schema, RDF, RDF Schema, OWL, мікроданих. Характеристика даних мов опису представлена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Мови опису онтологій в семантичній павутині [54].

Мови опису онтологій	Переваги та можливості
XML	Надає синтаксис для визначення структури документа, що підлягає машинній обробці. Синтаксис XML не несе семантичного навантаження.
XML Schema	Визначає обмеження на структуру XML-документа. Стандартний синтаксичний аналізатор мови XML в змозі перевірити довільний XML-документ на відповідність його структури так званою схемою документа, описаної в XML Schema.
RDF	Являє собою простий спосіб опису екземплярності даних в форматі суб'єкт-відношення-об'єкт, в якому в якості будь-якого елементу цієї трійки використовуються тільки ідентифікатори ресурсів (за винятком 20 об'єкта, якому дозволено літералом). Існує стандартизоване відображення цих трійок на XML-документи певної структури, а також на інші формати представлення.
RDF Schema	Описує набір атрибутів (тут їх точніше назвати відносинами), таких, як <code>rdfs: Class</code> , для визначення нових типів RDF-даних. Мовою підтримується також ставлення успадкування типів <code>rdfs: subclassOf</code> .
OWL	Розширює можливості по опису нових типів (зокрема, додаванням перерахувань), а також дозволяє описувати нові типи даних RDF Schema в термінах вже існуючих (наприклад, визначати тип, який є приємним або об'єднанням двох існуючих).
Мікродані (HTML microdata)	Міжнародний стандарт семантичної розмітки HTML-сторінок, за допомогою атрибутів, що описують зміст інформації, що міститься в тих чи інших HTML-елементах. Такі атрибути роблять контент сторінок машино зчитування, тобто дозволяють в автоматичному режимі знаходити і витягати потрібні дані.

Мови опису онтологій класифікують наступним чином:

- *мови, які традиційно використовуються спільнотою творців онтологій (ontology community):* Developing OntologyGrounded Methods and Applications (DOGMA), Knowledge Interchange Format (KIF), Operational Conceptual Modelling Language (OCML), LOOM, CycL, FLogic і Open Knowledge Base Connectivity (OKBC) ;
- *мови, створені в контексті Інтернет середовища і рекомендовані World Wide Web Consortium:* XML, RDF, RDFS, DAML, OIL, OWL. OWL є найбільш поширеною у застосуванні.

Мова LOOM - використовується для створення експертних систем та інших інтелектуальних додатків - заснована на дескриптивній логіці і відноситься до KL-ONE подібній групі мов [55]. Вона значно виразніше і сильніше своїх попередників - мов, заснованих на фреймах - OCML, OKBC і F-Logic. Важлива перевага - можливість задавати безліч обмежень на створені концепти.

DAML + OIL - семантичний мова розмітки web-ресурсів, що розширює стандарти RDF і RDF Schema. Остання версія DAML + OIL забезпечує багатий набір конструкцій для створення онтології і розмітки інформації таким чином, щоб їх могла читати і розуміти машина. Даний стандарт специфікації виник на базі DAML (DARPA Agent Markup Language) і European Commission OIL (Ontology Inference Layer), які розроблені для підтримки процесу обміну знаннями та інтеграції знань. онтологія DAML + OIL складається з: заголовків (headers), елементів класів (class elements), елементів властивостей (Property elements), примірників (instances) [56].

OWL (web ontology language) - мова представлення веб-онтологій- засіб опису веб-документів і веб-додатків; розширює можливості XML, RDF, RDF Schema і DAML + OIL (рис.1.3). Цей проект передбачає створення потужного механізму семантичного аналізу. Управління неструктурованою інформацією в Інтернеті неможливо без підтримки потужних інструментів. Щоб структурувати ці дані, комп'ютерним агентам потрібні машино зчитувані описи замість

документів і характеристик доступних веб-ресурсів. такого роду мета дані повинні бути присутніми в будь-яких джерелах даних. Мова OWL і є мовою, які представляють можливості такого опису. Онтології OWL - послідовності аксіом і фактів, а також посилань на інші онтології - містять компоненту для запису авторства та іншої докладної інформації [42].



Рисунок 1.3 - Ієрархія мов для web середовища (Джерело:[42])

– Common Logic, в контексті стандарту ISO 24707, є формальною специфікацією мови для представлення знань та інформації, яка може бути використана для розробки логічних або розумних систем. Цей стандарт описує загальну логіку, що лежить в основі представлення знань інформації та розумних агентів. Він визначає терміни, синтаксис і семантику для мови, яка може бути використана для формалізації логіки знань інформації, розумних агентів та інших систем штучного інтелекту. Це дозволяє різним системам інтелектуального аналізувати, робити висновки та обробляти знання та інформацію з використанням загальних стандартів логіки..

– Мова СусL використовується для представлення знань у системі Сус. Вона є формальною мовою знань і базується на математичних принципах, таких як предикативна логіка вищого порядку. СусL дозволяє виразно формалізувати знання про світ і використовується для створення онтологій - систематичних моделей знань про концепції, що існують у світі.

- Мова Gellish може бути використана для створення онтологій, описування взаємозв'язків між концепціями і термінами, стандартизації термінології в конкретних галузях або між галузями, а також для автоматизації обробки знань у різних інформаційних системах..

- IDEF5 є методологією, що належить до сімейства IDEF (Integrated DEFinition), розроблених для моделювання та аналізу процесів, структур та функцій в організаціях. Зосереджується на визначенні та описі взаємозв'язків між різними аспектами управління, такими як структура організації, процеси, інформаційні потоки, ресурси та ролі учасників. IDEF5 може бути використаний для розробки стратегічних та тактичних планів управління, а також для аналізу та управління змінами в організації.

- KIF (Knowledge Interchange Format) є синтаксисом для представлення знань у логіці першого порядку. Він є мовою представлення знань, яка базується на логіці першого порядку (predicate logic) і призначена для використання у системах штучного інтелекту. KIF розроблений з метою створення стандартного формату для обміну знань між різними інтелектуальними системами. Він включає в себе правила, факти, додаткові вирази та операції, що дозволяють представляти широкий спектр знань у формальному вигляді.

- Rule Interchange Format (RIF) і F-Logic два різних підходи до комбінування онтологій та правил в області штучного інтелекту. Мають свої власні сфери застосування.

Самі по собі мови представлення онтологій не були б так сильно затребувані, якби не виникало необхідності автоматично обробляти онтології, наповнювати їх вмістом і виконувати запити до сховищ онтологій. Найбільш популярними серед мов запитів до RDF-сховищ є мови RDQL [57], SPARQL [58]. На даний момент в Stanford Knowledge Systems Laboratory розробляється мова запитів до OWL - OWL-QL [59].

Побудова онтологій - складний процес, що займає багато часу. Саме тому люди почали створюватися перші середовища для процесу розробки онтологій.

Вони забезпечили інтерфейси, які дозволили виконувати реалізацію, перевірку і документування онтологій.

Існує значна кількість інструментів для створення, редагування та управління онтологіями. Ці інструменти надають різноманітні функції для полегшення роботи з онтологіями і забезпечення їх ефективного використання у різних сферах діяльності. Інструменти роботи з онтологіями найбільш потужні з них:

- редактори загального призначення Protege і Ontolingua;
- редактор, що ставить собі за мету розвиток семантичного вебу Altova SemanticWorks 2008;
- плагін PROMPT до Protege, що дозволяє об'єднувати і групувати онтології;
- інструмент SmartTools, що дозволяє конструювати, управляти, ділити і критикувати моделі знань, представлених у формі концептуальних карт (concept maps).

Система Ontolingua була розроблена в KSL (Knowledge Systems Laboratory) Стенфордського університету і стала першим інструментом інженерії онтологій. Вона складається з сервера і мови подання знань. Сервер Ontolingua організований у вигляді набору онтологій, що відносяться до Web-додатків, які надбудовуються над системою подання знань Ontolingua. Редактор онтологій - найбільш важливий додаток сервера Ontolingua є Web-додатком на основі форм HTML [60].

Сервер Ontolingua також надає архів онтологій, що включає велику кількість онтологій різних предметних галузей, що дозволяє створювати онтології з уже існуючих. Сервер підтримує спільну розробку онтології декількома користувачами, для чого використовуються поняття користувачів і груп. Система включає графічний браузер, що дозволяє переглянути ієрархію концептів, включаючи екземпляри [60].

Protégé [61] - програмний продукт для створення, редагування та управління онтологіями. Вона є однією з найпопулярніших програм для

розробки онтологій у галузі штучного інтелекту та семантичного вебу. Protégé дозволяє користувачам визначати концепти, відносини та атрибути в рамках онтологій, використовуючи різноманітні мови опису онтологій, такі як OWL (Web Ontology Language) і RDF (Resource Description Framework). Вона надає зручний графічний інтерфейс для створення та візуалізації онтологій, а також має ряд інших корисних функцій, таких як можливість імпортувати та експортувати дані, перевірку консистентності та розробку правил.

Protégé є вільною програмою з відкритим кодом і підтримується спільнотою розробників та користувачів. Вона використовується в багатьох областях, де важливим є створення та управління онтологіями, таких як біологія, медицина, галузі семантичного вебу, а також у дослідженнях у галузі штучного інтелекту та комп'ютерних наук.

PROMPT (PROtégé Plugin for Multiple Templates) [62] є доповненням до системи Protégé. Вона призначена для полегшення процесу створення онтологій в середовищі Protégé. PROMPT дозволяє користувачам створювати онтології, використовуючи різні шаблони або "текстури", що допомагають визначити структуру та властивості концептів.

За допомогою PROMPT, користувачі можуть вибирати готові шаблони для створення концептів, властивостей та відносин, що дозволяє швидше та консистентніше створювати складні онтології. Це особливо корисно для великих проектів зі створення онтологій, де консистентність та структурованість грають важливу роль. PROMPT є одним із численних доповнень та плагінів, які розроблені для розширення можливостей системи Protégé та полегшення процесу створення та управління онтологіями. Це засіб, який допомагає користувачам ефективніше використовувати потужні можливості Protégé для розробки онтологій у різних галузях застосування.

Altova SemanticWorks 2008 [63] – програмне забезпечення, що розроблено компанією Altova, яке було призначене для роботи з онтологіями та семантичними веб-технологіями. Воно надавало засоби для редагування, валідації і візуалізації онтологій, побудованих на мові OWL. SemanticWorks

дозволяло користувачам легко створювати, редагувати і валідувати онтології відповідно до OWL, використовуючи графічний інтерфейс користувача. Воно підтримувало різні версії OWL, включаючи OWL Lite, OWL DL та OWL Full. Також це програмне забезпечення дозволяло візуально моделювати концепції, відносини та властивості в онтологіях, використовуючи графічний підхід. Крім того, воно надавало можливості для перевірки консистентності, генерації коду і використання інших інструментів для роботи з онтологіями.

Інструмент IHMC CmapTools, розроблений IHMC (Institute for Human and Machine Cognition), дозволяє конструювати, управляти, ділити і критикувати моделі знань, представлених в формі концептуальних карт (concept maps, c-map). Дана програма дозволяє користувачам, крім безлічі інших можливостей, створювати власні концептуальні карти на ПК і потім відсилати їх на сервер (Cmap Server), з'єднувати їх з іншими концептуальними картами на сервері, автоматично створювати веб сторінки з них, а також розробляти концептуальні карти синхронно з іншими користувачами в мережі інтернет [64].

Наведені відомості про основні і найбільш важливі параметри, які можуть вплинути на рішення про вибір інструменту, найбільш зручні редактори онтологій - Protege і Altova SemanticWorks 2008, а лідер в області об'єднання і відображення онтологій - плагін PROMT до Protege.

1.3. Аналіз інформаційних технологій управління проєктами

Ефективне управління проєктом базується на обміні, обробці інформації та прийнятті рішень, в основі яких аналітика цієї інформації. Чим більше учасників долучено до проєкту та складніша структура проєктної команди, тим більший об'єм інформації необхідно проаналізувати, вище вимоги до надійності та оперативності обробки інформації та прийняття рішень [65].

Застосування сучасних програмних засобів для управління проєктами сприяє організаціям, компаніям, зокрема і в галузі інформаційних технологій, ефективно керувати ресурсами, часом та інформацією під час виконання проєктів будь-якої складності та розміру. Програмні засоби дозволяють

ефективно розподіляти ресурси, такі як людські ресурси, фінансові кошти та матеріальні ресурси, між різними завданнями та членами команди. Крім того, вони допомагають створювати докладні плани проєкту, розподіляти завдання, встановлювати строки та відстежувати прогрес виконання.

Застосування передових інформаційних технологій в управлінні проєктами забезпечує зручні інструменти для комунікації всередині команди, а також між усіма учасниками проєкту, такими як клієнти та зацікавлені сторони. До того ж, вони надають можливість відстежувати прогрес виконання проєкту в реальному часі та генерувати звіти для аналізу ефективності та прийняття рішень.

Загалом, сучасні програмні засоби стали невід'ємною частиною ефективного управління проєктами завдяки своїм функціям та можливостям полегшення рутинних завдань та забезпечення більшого контролю над процесами виконання проєктів. Засоби управління проєктами допомагають ідентифікувати, оцінювати та керувати ризиками, що можуть виникнути під час виконання проєкту.

Серед найбільш широко використовуваних програмних засобів для управління проєктами варто визначити Microsoft Project (MS Project) [66]. Він розроблений компанією Microsoft і надає широкий набір інструментів для планування, виконання та контролю проєктів будь-якої складності.

Основні можливості, що забезпечує MS Project:

1. Створення графіків проєкту у вигляді діаграм Ганта, які відображають розклад задач проєкту та залежності між ними.
2. Управління ресурсами, що забезпечує можливості для розподілу ресурсів (людських, матеріальних, фінансових тощо) та визначення їхнього використання в рамках проєкту.
3. MS Project надає можливість відстежувати прогрес виконання задач, виявляти затримки та вносити необхідні корективи.
4. MS Project генерувати різноманітні звіти про стан проєкту, використання ресурсів, графіки та іншу інформацію.

5. Використовуючи функціонал MS Project, проєктний менеджмент може ідентифікувати та керувати ризиками, для створення ризикованих сценаріїв та розробки планів мінімізації ризиків.

Ще одним популярним програмним засобом для управління проєктами та зберігання даних про проєкти є Atlassian JIRA [67]. Він розроблений компанією Atlassian і використовується для спільної роботи над програмними проєктами, управління задачами та відстеження прогресу.

Atlassian JIRA забезпечує наступні можливості:

1. Система відстеження помилок і завдань. JIRA дозволяє створювати, відстежувати та призначати задачі, помилки, ідеї та покращення для проєктів.

2. Гнучкість в налаштуваннях. Користувач може налаштовувати робочі процеси, поля, етапи роботи та інші параметри відповідно до потреб вашого проєкту.

3. Керування процесами розробки. JIRA підтримує різні методології розробки, такі як Scrum, Kanban та інші, і надає інструменти для планування, виконання та відстеження прогресу роботи.

4. Комунікація та співпраця. Платформа надає можливість коментувати завдання, спілкуватися з іншими учасниками проєкту та спільно працювати над завданнями.

5. JIRA дозволяє генерувати різноманітні звіти та аналізи про прогрес проєктів, використання ресурсів, терміни виконання та інші показники.

Atlassian JIRA є популярним інструментом для управління програмними проєктами в галузі саме інформаційних технологій, а також для управління проєктами в інших галузях. Він має широкий функціонал та надає можливості для ефективного співробітництва та управління процесами.

Іншим відомим програмним засобом для управління проєктами та відстеження задач є Redmine [68]. Це є відкритим програмним забезпеченням, розробленим на Ruby on Rails, і відомий своєю гнучкістю та розширюваністю.

Redmine характеризується наступними основними можливостями:

1. Відстеження задач і проблем. Redmine дозволяє створювати задачі, відстежувати їх статуси, призначати відповідальних і встановлювати терміни виконання. Також можливе відстеження проблем, помилок та інших завдань.

2. Планування та графіки. Користувач може створювати графіки Ганта для відображення розкладів завдань та графіків ресурсів для планування виконання проєктів.

3. Функції комунікації. Redmine має інструменти для коментування завдань, обговорення в рамках задач, а також можливість ведення форумів та обговорення проєктів.

4. Розширюваність і плагіни. Однією з переваг Redmine є можливість розширення функціональності за допомогою плагінів. Це дозволяє адаптувати систему до конкретних потреб користувачів.

5. Redmine забезпечує можливість генерувати різноманітні звіти про прогрес проєктів, використання ресурсів та інші важливі показники.

Redmine є популярним вибором серед різноманітних організацій та команд розробників.

Ще одним відкритим програмним засобом для управління проєктами, який поєднує в собі систему керування проєктами і систему відстеження помилок є Trac [69]. Він розроблений на мові програмування Python і відомий своєю простотою, легкістю встановлення та налаштування.

Trac дозволяє створювати та відстежувати задачі, помилки та інші проблеми, призначати їм пріоритети, відповідальних користувачів і терміни виконання. У складі Trac є вбудований вікі, що дозволяє користувачам створювати та редагувати сторінки документації, що може бути корисним для спільної роботи над проєктом та збереження важливої інформації. Крім того, Trac може бути інтегрований з різними системами версійного керування, такими як Subversion, Git, Mercurial тощо, щоб забезпечити можливість відстеження змін в коді проєкту та інтеграцію з відстеженням задач. Має функції коментування для спілкування з користувачами, обговорення задач та проблем, а також можливість ведення блогів для спільного обміну інформацією. Також, Trac

підтримує розширення за допомогою плагінів, що дозволяє розширювати його функціональність відповідно до потреб конкретного проєкту чи організації.

Trello [70] - це веб-додаток для управління завданнями та проєктами, який використовує концепцію "дошок" і "карток" для організації роботи. Широко застосовується серед команд розробників, проєктних менеджерів та інших професіоналів, що працюють в групах. Особливість Trello є можливість створювати "дошки" для проєктів та "картки" для завдань. Картки можна переміщати між списками (стовпцями) на дошці, що репрезентує різні етапи виконання завдання. Trello підтримує спільну роботу, дозволяючи кільком користувачам спільно працювати над дошками та картками, коментувати завдання та спілкуватися один з одним. Користувачі можуть використовувати Trello для планування та пріоритизації завдань, встановлювати терміни виконання та відслідковувати прогрес. Крім того, Trello підтримує інтеграцію з іншими популярними сервісами, такими як Google Drive, Dropbox, Slack тощо, що полегшує співпрацю та обмін файлами. Trello має мобільні додатки для iOS та Android, що дозволяють користувачам отримувати доступ до своїх дошок та завдань з будь-якого місця.

Також відомим є онлайн-інструмент для управління проєктами та організації робочих процесів Asana [71]. Він дозволяє командам створювати завдання, планувати роботу, встановлювати терміни, спілкуватися та відстежувати прогрес у виконанні завдань.

ProjectLibre [72] - це безкоштовне програмне забезпечення для управління проєктами, яке є альтернативою комерційному програмному забезпеченню, такому як Microsoft Project. Даний програмний продукт розроблено на основі відкритого програмного забезпечення (Open Source) і має відкритий вихідний код.

Worksection [73] - це онлайн-сервіс для управління проєктами та спільної роботи команд. Він дозволяє створювати завдання, планувати роботу, встановлювати терміни, спілкуватися та відстежувати прогрес виконання завдань. Користувачі можуть створювати проєкти та завдання, встановлювати

терміни виконання та призначати відповідальних осіб. Сервіс дозволяє планувати роботу, встановлювати пріоритети, створювати графіки виконання та відслідковувати прогрес виконання завдань. Також, користувачі можуть спілкуватися між собою, обговорювати деталі проєктів та завдань, ділитися файлами та коментувати роботу.

Переваги та недоліки розглянутих програмних засобів управління проєктами представлено в табл.1.2. За основу взято характеристики, пов'язані з точністю, достовірністю, повнотою, оперативністю й актуальністю інформації, необхідної для прийняття рішень.

Таблиця 1.2

Порівняльний аналіз існуючих програмних засобів управління проєктами

Задачі Системи	Планування, відстеження задач	Генерація звітів, управління ресурсами	Управління ризиками	Моделювання ситуації	Генерація рішень	Оцінка ефективності проєкту
MS Project	+	+	+	-	-	+
Atlassian JIRA	+	-	-	-	-	-
Redmine	+	-	-	-	-	-
Trac	+	-	-	-	-	-
Trello	+	+	+	-	-	-
Asana	+	+	-	-	-	-
ProjectLibre	+	-	-	-	-	-
Worksection	+	+	-	-	-	-

Сучасні проєкти характеризуються складністю, інноваційними технологіями та технічними рішеннями, тісним поєднанням організаційної та технологічної складової, їх взаємною інтеграцією. Управління такими проєктами вимагає скорочення часу практичної реалізації принципово нових ідей та технологій, суттєвої зміни характеру і динаміки проєктно-технологічних процесів, гнучкості, оперативності та мобільності прийняття управлінських рішень. Поряд із

застосуванням різних інструментів та програмних засобів в управлінні проєктами (Microsoft Project, Atlassian JIRA, Redmine, Trac, Trello та ін), актуальним є ситуаційне управління проєктами, зокрема в ІТ галузі. Це забезпечить оцінку проєктно-технологічного процесу в режимі реального часу в залежності від ситуації, об'єктивно відобразить результати командної роботи та продуктивність проєкту, а також забезпечить максимально ефективне управління проєктом в цілому.

1.4. Постановка задачі дослідження

Аналіз [15–26] показав, що існуючі моделі та методи управління проєктами в умовах різко змінюваних обставин не забезпечують можливостей опису ситуації та генерації відповідних до поточної ситуації управлінських рішень. Кризові ситуації в проєктах, що виникають в умовах невизначеності, досить складно передбачити та вчасно вжити відповідних превентивних заходів. У складних випадках встановлення причинно-наслідкового зв'язку між факторами маємо неструктуровані дані різного роду та характеру. Тому для вирішення даного завдання необхідно застосувати комбінований підхід, в основі якого комплексне поєднання методів ситуаційного управління, формалізованих, інтелектуальних методів та експертних методів, а також онтологічного інжинірингу. Це дасть можливість побудови адекватних моделей та методів прийняття рішень в управлінні проєктами з врахуванням впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ.

В даний час однією з найважливіших і життєво значущих для керівників будь-якого рівня проєктів є використання інформаційних технологій в розробці управлінських рішень, тому було прийнято рішення розробити інформаційну технологію ситуаційного управління проєктами. Основна мета інформаційної технології - отримувати за допомогою переробки первинних даних інформацію нової якості, на основі якої виробляються оптимальні управлінські рішення. Це досягається за рахунок інтеграції інформації, забезпечення її актуальності і несутеречності, використання сучасних технічних засобів для впровадження і

функціонування якісно нових форм інформаційної підтримки діяльності апарату управління. Інформаційна технологія забезпечить можливості проектному менеджерів владнати з істотним збільшенням об'ємів інформації, що переробляється, і веде до скорочення термінів її обробки.

Інформаційна технологія буде відповідати таким вимогам:

- забезпечувати високий рівень декомпозиції всього процесу опрацювання інформації на етапи (фази), операції, дії;
- включати весь набір елементів, необхідних для досягнення поставленої мети;
- мати регулярний характер. Етапи, дії, операції технологічного процесу можуть бути стандартизовані й уніфіковані, що дозволить більш ефективно здійснювати цілеспрямоване управління.

Технічними засобами інформаційної технології буде апаратне, програмне і математичне забезпечення цього процесу. З їхньою допомогою відбуватиметься переробка первинної інформації в інформацію нової якості.

В основі аналізу ситуацій проекту є вивчення основних техніко-економічних показників та критеріїв прийняття рішень, а також зовнішніх факторів, що впливають на ефективність проекту. Оскільки ситуація може змінюватися, менеджмент проекту має вирішувати, як необхідно відповідно змінити організаційну структуру проекту, щоб зберегти ефективність та продуктивність проекту. Аналіз інформації про ситуації в проекті, що відображатиме її розвиток на основі альтернативних сценаріїв, доцільно реалізувати на основі онтологій. Це сприятиме отриманню адекватних моделей для розробки інформаційної технології ситуаційного управління проектом [74].

У зв'язку з цим для вироблення рішень в ході ситуаційного управління проектом в умовах змінюваних обставин доцільним є комбіноване використання ситуаційного підходу [2, 3, 9, 25], експертних методів[8], онтологічного інжинірингу [28-50]. Розробка онтологічної моделі ситуаційного управління проектом, зокрема в галузі інформаційних технологій, складає сутність наукової новизни даного дослідження. Це сприятиме підвищенню ефективності реалізації

проекту в умовах змінюваних обставин та може бути використана у відповідній системі управління.

Метою даної роботи є підвищення ефективності управління проектом за рахунок розробки нової інформаційної технології ситуаційного управління проектами на основі онтологій.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- розробити модель ситуації в проектах у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак;
- вдосконалити графоаналітичну модель ситуаційного управління проектами;
- побудувати онтологічну модель ситуаційного управління проектами, що сприятиме виробленню та прийняттю управлінського рішення;
- розробити та обґрунтувати концепцію ІТ ситуаційного управління проектами на основі онтологій ;
- розробити метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проектах.

1.5 Висновки до розділу 1

1. З метою визначення області та предмету дослідження проведено аналіз можливостей та необхідність застосування ситуаційного управління в проектах, зокрема в проектах, що реалізуються в галузі інфоормаційних технологій. Досліджено, що застосування ситуаційного аналізу в управлінні проектами, зокрема в галузі інформаційних технологій, має низку переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття рішень в умовах, що швидко змінюються.

2. Проведено аналіз особливостей розробки моделей на основі онтологій з метою дослідження можливостей формального опису знань у вигляді простору компонентів, об'єднаних загальними завданнями та цілями розробки, що необхідні для вирішення проблем ситуаційного управління.

3. В умовах динамічно змінюваних обставин для більш ефективного управління проєктами актуальною є розробка та впровадження інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій.

4. Програмні засоби та системи ситуаційного управління проєктами на сьогоднішній день майже відсутні, що не дає можливості реалізувати оперативну оцінку ефективності проєктом та прийняти відповідні управлінські рішення, що визначили б стратегію майбутнього. Це призводить до необхідності розробки нових методів та програмно-інформаційних засобів управління проєктами.

5. Задача дослідження полягає в розробці та впровадженні інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Підкуйко О.І. Розробка онтологічної моделі ситуацій в проєкті галузі інформаційних технологій.// *Матеріали IX Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листопада 2022 [Електронний ресурс]. К: НУХТ, 2022. С.150. URL:<https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.

2. Ситуаційний менеджмент. Бондар О. В. 3. Сучасні концепції ситуаційного менеджменту: можливість, необхідність та проблематика. URL:<https://ukrtextbook.com/situacijnij-menedzhment-bondar-o-v/situacijnij-menedzhment-bondar-o-v-3-suchasni-koncepci%D1%97-situacijnogo-menedzhmentu-mozhlivist-neobxidnist-ta-problematika.html>

3. Бондар О. В. Ситуаційний менеджмент. Київ: Центр учбової літератури. 2012. 388 с.

4. Sutherland, Jeff; Sutherland, J.J. Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time (1st ed.). Currency, 2014. p. 256. ISBN 9780385346450.

5. Smith G., Kolesnik A.L., Lavrischeva K., Slabospitsky O. Improving the process of drafting families of software systems elements of agile methodologies. *Programming problems*. 2010. № 2–3. 261–270.

6. Maximini, Dominik. The Scrum Culture: Introducing Agile Methods in Organizations. Management for Professionals . Cham: Springer. January 8, 2015. C. 26. ISSN 9783319118277.
7. Larman, Craig Agile and Iterative Development: A Manager's Guide. Addison-Wesley. 2004.p. 27. ISBN 978-0-13-111155-4
8. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. 224 с.
9. Мельник А. Ф., Оболенський О.Ю., Васіна А.Ю., Гордієнко Л.Ю. Стратегічне та ситуаційне управління: За ред. А.Ф. Мельник.К.: Знання–Прес. 2003. 343 с.
10. Zadeh L.A. Knowledge representation in fuzzy logic. *IEEE Trans. Knowledge an Data Eng.* March 1989. №1. P. 89 – 100
11. A.K. Lohani, N.K. Goel and K.K.S.Bhatia Comparative study of neural network, fuzzy logic and linear transfer function techniques in daily rainfall-runoff modelling under different input domains. *Hydrological Processes*. 2011. V. 25 (2). P. 175–193.
12. Schwenker B. and Wulf T. Scenario-based Strategic Planning: Developing Strategies in an Uncertain World . Springer, 2013. 240 p. ISBN: 3658028742
13. Dong, Wei, "Using a system dynamics simulation model to explore the validity of dynamics of Agile software development" 2021. Graduate Theses and Dissertations. 18486. URL: <https://lib.dr.iastate.edu/etd/18486>
14. Serrador, P. and Turner, R. “The relationship between project success and project efficiency”. *Project Management Journal*. 2015. 46(1). 30–39.
15. Prokopenko T., Lanskykh Y., Prokopenko V., Pidkuiko O., Tarasenko Y. Development of the comprehensive method of situation management of project risks based on big data technologys. *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies*. Kharkiv. 2023. Vol. 1, No. 3 (121). 38 –45. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274473>.

16. Malik M. Irfan, Muhammad Zafar Iqbal Karmani, Nadeem Sarwar, Junaid Nasir Qureshi, Allah Ditta XSHM: Proposed Hybrid Process Modeling Technique from Scrum and XP for PSP and Medium Projects In book: Engineering Software for Modern Challenges. 2022. DOI: 10.1007/978-3-031-19968-4_5
17. S. Bushuyev, D. Bushuev, N. Bushuyeva Convergence of project managers competencies in hybrid world. *Scientific Journal of Astana IT University*. 2021.32-44. DOI: 10.37943/AITU.2021.22.46.004.
18. G.Nilay Yücenur MCDM approach to investigate the effectiveness of SCRUM events in minimizing risk factors in project management. *Journal of Project Management*. 2023. 8(4).227–238 DOI: 10.5267/j.jpm.2023.7.001
19. Chaitanya Sathe, Chetan Panse An Empirical Study on Impact of Project Management Constraints in Agile Software DevelopmentA Multi-Group Analysis Between Scrum and Kanban. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 2023.20(3).1–17. DOI: 10.14488/BJOPM.1796.2023
20. Bojan Grebic, Aleksandra Stojanović Application of the Scrum Framework on Projects in IT Sector. *European Project Management Journal*. 2021.11(2):37–46 DOI: 10.18485/epmj.2021.11.2.4
21. Liskin V., Syrota S. E-learning Information Technology Based on an Ontology Driven Learning Engine. *International Journal of Computer Science and Information Security*. 2017. 15(8).258–263
22. Development of the concept of building project management systems in the context of digital transformation of project-oriented companies. Iurii Teslia, Iulia Khlevna, Oleksii Yehorchenkov, Tatiana Latysheva, Oleg Grigor, Yuriy Tryus, Tetiana Prokopenko, Yevheniia Kataieva, Nataliia Yehorchenkova, Andrii Khlevnyi. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. December 2022. 6(3 (120)).14-25
23. Development of a multilingual intelligent project planning and monitoring system. Iurii Teslia, Nataliia Yehorchenkova, Oleksii Yehorchenkov, Iulia Khlevna, Yevheniia Kataieva, Ganna Klievanna, Andrii Khlevnyi, Tatiana Latysheva, Ivan Ivanov, Anton Sazonov. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. April 2023. 2(3 (122)).82-94.

24. Данченко О.Б., Корейба А.З. Аналіз синергетичного підходу до управління проєктами *Вісник НТУ «ХПІ» Серія: «СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ, УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ, ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ»*. 2022. № 2(6), с.30-34.
25. Dmitriiev O., Shcherbak G., Borozenec I., Shylo S., Melnichuk M., Herashchenko M. Method of adaptive control of the information model's display parameters depending on the complexity of the air situation. *Сучасні інформаційні системи*. Харків, 2020. Вип. 3(4). С. 5–11. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.4.01>.
26. Оксамитна Л.П., Пряха Р.І. Особливості сучасних ERP-систем управління бізнес-процесами підприємства. *Управління розвитком складних систем*. КНУБА. 2022. № 51. С. 31 – 40. DOI: 10.32347/2412-9933.2022.51.31-40.
27. Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Видавництво: Львівської політехніки. 2011. 240.
28. Gruber T.R. A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*. 1993. 5(2). P.199-220.
29. Gruber T. A translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition Journal*. 1993. vol. 5. P. 199-220. KSL-92-71.ps
30. Ontology-Based Integration of Information - A Survey of Existing Approaches. H. Wache T. Vögele U. Visser H. Stuckenschmidt G. Schuster H. Neumann S. Hübner // Proc. of the IJCAI-01 Workshop: Ontologies and Information Sharing. — 2001. — wache01ontologybased.pdf
31. Mizoguchi, R. M. Ikeda; I.S.I.R., Towards Ontology Engineering. *Technical Report AI-TR-96-1*. Osaka University. Osaka, 1996.
32. KA2 - Knowledge Acquisition Community Ontology. URL: <http://ontobroker.semanticweb.org/ontos/ka2.html>
33. Maedche A., Staab S. Tutorial on Ontologies: Representation, Engineering, Learning and Application. URL: ISWC'2002. — iswc-tutorial-maedche-staab.pdf

34. Guarino N. Formal Ontology and Information Systems. *National Research Council*, Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy. June 1998. Amsterdam, IOS Press, P. 3-15. URL:Guarino98-formal.pdf
35. Vlasenko L, Lutska N, Zaiets N, Korobiichuk I. Core Ontology for Describing Production Equipment According to Intelligent Production. *Applied System Innovation*. 2022. 5(5):98. <https://doi.org/10.3390/asi5050098>
36. Alterovitz, G; Xiang, M; Hill, DP; Lomax, J; Liu, J; Cherkassky, M; Dreyfuss, J; Mungall, C; Harris, MA Ontology engineering. *Nature biotechnology*. 2010. 28 (2). 128–30. PMID 20139945. doi:10.1038/nbt0210-128
37. IDEF5 - Ontology Description Capture Method. URL: (www.idef.com/IDEF5.html)
34. Denicola, A; Missikoff, M; Navigli, R A software engineering approach to ontology building. *Information Systems*. 2009. 34 (2). 258. doi:10.1016/j.is.2008.07.002.
38. В'юн В.І., Кузьменко Г.Є. Онтологічні схеми інтелектуалізації систем підтримки прийняття рішень. *Математичні машини і системи*, 2008, № 3. С.115-120.
39. An J., Park Y.B. Methodology for automatic ontology generation using database schema information. *Mobile Information Systems*. 2018. Vol.2018. ID 1359174. DOI 10.1155/2018/1359174.
40. Литвин В.В., Басюк Т.М., Досин Д.Г. Онтологічний інжиніринг. Видавництво :Львівська політехніка. 2017. 224. ISBN: 978-966-941-031-3
41. Lassila O., Swick R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Proposed Recommendation, January 1999. <http://www.w3.org/TR/PR-rdf-syntax>.
42. Web Ontology Language (OWL) // URL: Available at: www.w3.org/2004/OWL/.
43. The Description Logic Handbook. Theory, Implementation and Applications. Edited by F. Baader, D. Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi, Peter Patel-Schneider, Cambridge. 2003. 574 pages.

44. Підкуйко О.І. Розробка онтологічної моделі ситуацій в проєкті галузі інформаційних технологій.// *Матеріали IX Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листопада 2022 [Електронний ресурс]. К: НУХТ, 2022. С.150. URL:<https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>

45. Онтології в фінансах [Елек. ресурс]. URL:<http://www.omg.org/hot-topics/finance.htm>

46. Han, Jaiwei; Kamber, Micheline; Pei, Jian Data Mining: Concepts and Techniques (3rd ed.). Morgan Kaufmann. 2011. 744. ISBN 978-0-12-381479-1.

47. Ліскін В. О. Технологія для автоматизації створення контенту систем комп'ютерного навчання. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: *Механіко-технологічні системи та комплекси*. Харків: НТУ «ХПІ», 2017. № 20(1242). С.118 – 127. Бібліогр.: 20 назв. ISSN 2079-5459.

48. Мухін В.Є., Базалій М.Ю., Завгородній В.В., Золотухіна О.А., Ільїн О.Ю. Розробка онтологічної моделі системи дистанційного навчання. *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. 2021. № 1 (70). 28-41 DOI: 10.31673/2412-4338.2021.012841

49. The Enterprise Ontology // URL:www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/enterprise/ontology.html.

50. Suggested Upper Merged Ontology (SUMO) // [Елек. ресурс]. URL: <http://www.ontologyportal.org>

51. The Dublin Core Metadata Initiative // [Елек. ресурс]. URL:dublincore.org

52. Верхова О. Г., Іванова Н. О. Семантична павутина і пошукова оптимізація: особливості взаємодії . *Постулат*. 2016. № 6.

53. Extensible Markup Language (XML) // [Елек. ресурс]. URL:www.w3.org/XML.

54. Басюк Т. М., Литвин В. В. Мови опису онтологій. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 276 с.

55. MacGregor R. Inside the LOOM classifier // SIGART bulletin. 1991. № 2. P. 70–76.
56. DAML// [Елек. ресурс]. URL: www.daml.org/about.html.
57. RDF Query Survey // [Елек. ресурс]. URL: www.w3.org/2001/11/13-RDF-Query-Rules/
58. SPARQL Query Language for RDF // [Елек. ресурс]. URL: www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/
59. OWL-QL Project for the Stanford Knowledge Systems Laboratory // www-ksl.stanford.edu/projects/owl-ql/.
60. Ontolingua//[Елек.ресурс].URL:www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/.
61. <https://protege.stanford.edu/>
62. <https://protegewiki.stanford.edu/wiki/PROMPT>
63. Altova SemanticWorks 2008 // [Елек. ресурс]. URL:www.altova.com/products/semanticworks/semantic_web_rdf_owl_editor.html.
64. IHMC CmapTools // [Елек. ресурс]. URL: <https://cmap.ihmc.us>
65. Prokopenko T.O., Pidkuiko O.I. Application of the ontological approach to the development of information technology of situational management // *Матеріали VII Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 26 листопада 2020. [Електронний ресурс]. К: НУХТ, 2020. С. 147. URL:<https://nuft.edu.ua/naukovadiyalnist/naukovi-konferencii/62>.
66. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/project/project-management-software/> (дата звернення: 20.05.2020)
67. URL: <https://www.atlassian.com/software/jira/> (дата звернення: 20.05.2020)
68. URL: <https://www.redmine.org/> (дата звернення: 20.05.2020)
69. URL: <https://apps.trac.jobs/> (дата звернення: 12.02.2023)

70. URL: <https://trello.com/uk/> (дата звернення: 23.06.2022)

71. URL: <https://asana.com/> (дата звернення: 21.07.2022)

72. URL: <https://www.projectlibre.com/> (дата звернення: 24.03.2022)

73. URL: <https://worksection.com/en/> (дата звернення: 20.05.2022)

74. Підкуйко О.І. Інформаційна технологія ситуаційного управління проектами. *VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»* 26-27 листопада 2020 року Черкаси-Харків-Баку-Бельсько-Бяла. С.103.

РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

2.1. Модель ситуації в проєктах

Підготовка до проведення ситуаційного аналізу передбачає насамперед чітку постановку задачі і забезпечення необхідною інформацією експертів і аналітиків, які беруть участь у його проведенні. Аналіз інформації про ситуацію необхідно для забезпечення прийняття рішення, що припускає виявлення основних факторів, що впливають на її розвиток, а також для розробки сценаріїв найбільш ймовірного розвитку ситуації. Далі проводиться експертна оцінка управлінської ситуації, обробка отриманих у ході експертизи даних і оцінка результатів проведеного експертного оцінювання. Завершується проведення ситуаційного аналізу підготовкою аналітичних матеріалів для менеджменту проєкту, в яких подаються результати, отримані в ході проведеного ситуаційного аналізу.

Ситуація являє собою реальний стан проєкту, що реалізується проєктною командою, зокрема в ІТ галузі. Як зазначено в [1], якщо ситуація не відповідає бажаному стану справ, то має місце проблема. Вироблення плану дій по усуненню проблеми складає сутність рішення задачі прийняття рішень. Перелік цілей проєкту повинний бути досить повним. Не всі цілі легко піддаються виміру. Тому для складних якісних цілей необхідно розробляти спеціальні кількісні міри досяжності цілей. Якщо ступінь досяжності цілей не можна виміряти, то важко виміряти і реальні результати діяльності. Множина вихідних варіантів, характеристик рішення і вимог до них повинно бути як можна більш повним і адекватно відповідати задачі прийняття рішень, можливостям проєктного менеджера і обмеженням на ресурси[1]. Перелік цих параметрів має бути врахований при побудові моделі ситуації.

В ході ситуаційного управління проєктами, зокрема в ІТ галузі, важливого значення набуває процес ідентифікації поточної ситуації та вироблення у відповідності до ситуації управлінського рішення. Основні параметри ситуації (значення факторів, ступінь впливу одних факторів на інші) - після того, як вони

будуть виділені є не кількісними, а якісними, тобто маємо не числа, а інтервали, що характеризують точність оцінки. У випадках, коли необхідно описати нечітку або неоднозначну інформацію, яку важко виразити за допомогою точних числових значень, застосуємо методи нечітких величин або лінгвістичних оцінок. Це забезпечить можливості врахування неоднозначності або нечіткості даних.

Пропонується наступна модель ситуації S^i проєкту у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак [2]:

$$S^i = \langle E, F, V, T, Z, C, SA \rangle, \text{ де} \quad (2.1)$$

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ - множина показників ефективності ІТ проєкту, що характеризуються трійками:

$$e_k = (y_k, \tau_k, P_k), k \in [1, O], \tau_k \in [0, T]$$

де y_k – значення показника ефективності проєкту в момент часу τ_k ;

τ_k - момент часу, до якого відноситься значення показника ефективності y_k ;

P_k - нечітка ймовірність значення y_k в момент часу τ_k .

В даній моделі час розглядається як дискретна величина, що задана у вигляді послідовності дискретних значень з кроком дискретизації Δt в межах від нуля до заданої величини T . Це означає, що час розбивається на конкретні моменти (або інтервали), і ми вимірюємо час лише в цих точках. Крок дискретизації (Δt) представляє собою інтервал часу між двома послідовними дискретними значеннями.

Для проєктів, що реалізуються в галузі інформаційних технологій, показники ефективності мають враховувати як організаційну, так і проєктно-технологічну складову проєкту. Так, показники ефективності для ІТ-проєктів на основі Scrum можуть включати [3]:

1. Швидкість команди (Team Velocity) - це показник, який визначає кількість роботи (зазвичай в історіях користувачів або балах складності) команда може завершити за ітерацію (спринт). Підвищення швидкості може свідчити про покращення ефективності.

2. Продуктивність команди ІТ проєкту (IT Project Team Productivity) – це узагальнюючий показник, що описує кількість виконаних задач за одиницю часу. Визначити значення даного показника можна на основі Burndown Chart, що відображає прогрес команди у виконанні роботи протягом спринту.

3. Кількість завершених ітерацій (Sprints). Кількість успішно завершених ітерацій свідчить про продуктивність команди та її здатність до вирішення завдань.

4. Відсоток завершених задач (Task Completion Rate). Показник, який показує співвідношення завершених задач до загальної кількості задач у спринті або проєкті.

5. Кількість виявлених і виправлених помилок (Defect Rate). Це важливий показник якості продукту. Чим менше помилок виявляється під час розробки, тим ефективніше процес розробки.

Таким чином, основними показниками ефективності ІТ проєкту, що будемо враховувати в даному дослідженні є IT Project Team Productivity, Task Completion Rate, Velocity, Definition of ready. Слід підкреслити, що показники ефективності перебувають у взаємозв'язку та взаємозумовленості. Кожен показник ефективності має свою вагу, що визначається експертним методом [2].

Процес дослідження ситуації має враховувати використання ресурсів в проєкті, зокрема людських, з метою визначення кількості часу, який витрачається на виконання задач під час реалізації проєкту. Тому важливим є дослідження впливу ресурсів на час реалізації задач з метою збільшення продуктивності та ефективності проєкту. Це надає змогу окреслити довгостроковий напрямок реалізації проєкту, визначення строків завершення розробки проєкту, а також визначення кінцевого результату проєкту, зокрема в галузі ІТ.

Тому, наступним складовим параметром в моделі опису ситуації є

$F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ – множина ситуативних факторів впливу ресурсів на задачі (Tasks), що складають Product backlog, Sprint backlog. Даний параметр

безпосередньо впливає на показник ефективності та характеризується парою ресурс–об’єкт впливу(задача ІТ проєкту):

$$f_n = ((v_1, t_1), \dots, (v_j, t_j), \dots, (v_n, t_n)) \quad (2.2)$$

$$n \in [1, N_n], j = \overline{1, N_n}$$

$$v_j \in V, t_j \in T$$

де $T = \{t_1, t_2, \dots, t_q\}$ - множина об’єктів –задач ІТ проєкту (Tasks, що складають Product backlog, Sprint backlog).

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_l\}$ - множина ресурсів. При цьому основним ресурсом ІТ проєкту є людські ресурси, тобто команда розробників (Scrum Team) та керівник проєкту (Scrum master), що приймає рішення:

$$V = \bigcup_{v=1}^U V^u, V^u = \{v_1^u, v_2^u, \dots, v_l^u\} \quad (2.3)$$

При реалізації завдань (Tasks) різного ступеня складності та тривалості визначальне значення має пряма залежність ситуації від пари задача-ресурси, оскільки спостерігається чіткий розподіл ролей у команді. Вплив ситуативних факторів на показники ефективності проєкту призводить до корегування ситуації, що вимагає реалізації відповідних управлінських рішень.

Результат роботи кожного члена проєктної команди у відповідності до задачі, що ним виконується, описується лінгвістичним набором пар результат – нечітка оцінка, де наслідки – результати виконання задачі:

$$v_g^u = \{(P_e, U_e)\} e = \overline{1, N_g}$$

Результат виконання задачі відповідає показнику ефективності та описується наступним чином:

$$v_d : E^a = \{(P_m^a, U_m^a)\} \in E$$

$$v \in [1, N_{ag}]$$

Кожна конкретна пара результатів, тобто оцінок, у свою чергу визначає один з наслідків виконання задачі, тобто відповідне значення показника ефективності:

$$m = \overline{1, N_E} \quad (2.4)$$

$$(P_m^a, U_m^a) : e_k = (y_k, \tau_k, p_k) \rightarrow e_h = (y_h, \tau_h, p_h),$$

$$v \in [1, N_{ag}], m = \overline{1, N_E}$$

$$k, h \in [1, N_w], t_k \in [0, T_G - 1], t_h = t_k + 1$$

Показники ефективності представляємо у вигляді нечітких множин [4, 5]. Для кожного показника ефективності e_k , $k=1, \dots, N$, будуємо свою функцію належності $\mu(e_k)$. По осі абсцис графіків відкладені якісні значення ступеня e_k ефективності, а по осі ординат – ступінь належності значення до підмножини A ефективних і припустимих значень. Кінцева розмита підмножина A із U – це множина впорядкованих пар

$$A = \{u_i, \mu_A(u_i)\}, u_i \in U,$$

де $\mu_A(ui)$ визначає міру членства (чи функцію членства), яка вказує передбачувану ступінь належності елемента цій множині. Якщо $\mu_A(ui)$ приймає значення в інтервалі $[0,1]$, $\mu_A(ui)=0$ означає, що елемент u_i не належить множині, $\mu_A(ui)=1$ означає, що $ui \in U$, а будь-яке значення $0 < \mu_A(ui) < 1$ визначає ступінь належності ui множині U , тоді A – розмита множина [5]. Графіки функцій $\mu(e_k)$ мають наступний вигляд рис.2.1.

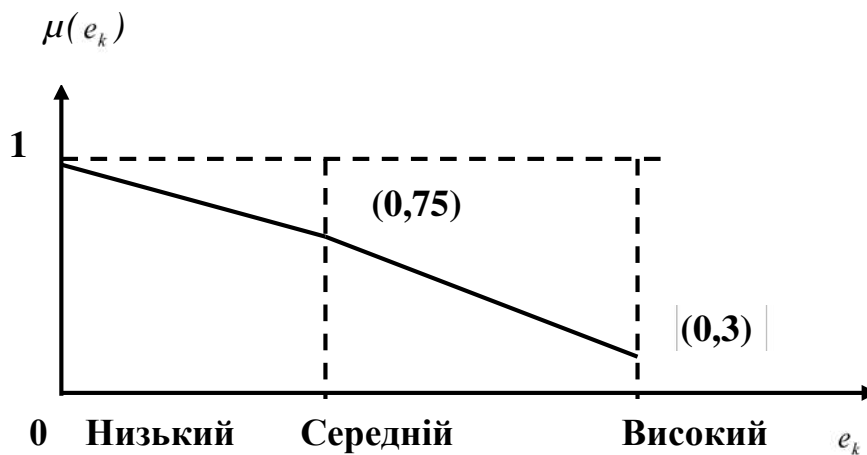


Рисунок 2.1 Графік функції належності для критерію e_k

Відповідність ситуації керуючому рішення встановлюється на основі визначення ступеня z досягнення цілі s при реалізації відповідного рішення внаслідок настання ситуаційного фактору.

$S = \bigcup_{r=1}^n S^z$, $S^z = \{s_1^z, s_2^z, \dots, s_n^z\}$, де вся множина ситуацій ділиться на множину

основних ситуацій S_{osn}^z і множину альтернативних ситуацій S_{dop}^z , розбитих на

групи у відповідності до значення ступеня z досягнення цілі c : $S = \bigcup_{z=1}^V S_{osn}^z \cup \bigcup_{z=1}^L S_{dop}^z$

Кожній основній групі ситуацій відповідає значення ступеня z досягнення цілі c у відповідності до показника використаних ресурсів, що сприятиме підвищенню відповідного показника ефективності, і вироблення керуючого рішення:

$$S_{osn}^z \leftrightarrow V, z \in [1, Z]$$

$$S_{osn,q}^z \leftrightarrow V_q^z \in V^z, z \in [1, Z], q \in [1, N_{sv}]$$

Множина цілей C проєкту задається шляхом розробки цільового дерева [3] та складається з наступних цілей (табл.2.1):

Таблиця 2.1

Таблиця цілей ІТ проєкту

Позначення	Назва
C_0	Підвищення ефективності проєкту
c_1	Максимізація продуктивності проєктної команди
c_2	Мінімізація тривалості реалізації проєкту

SA - спосіб адаптації проєкту до зміни ситуації - забезпечує відповідність ситуаційній цілі згідно поточних показників ефективності проєкту і в підсумку формує множину допустимих оцінок для даної ситуації, що забезпечить формування відповідного керуючого рішення:

$$SA : (C, u_k) \rightarrow R' \in R \quad (2.5)$$

Після завдання початкових умов, побудова графа проводиться циклічно – вибирається поточний вузол, що відноситься до аналізованого моменту часу, проводиться ідентифікація відповідної ситуації та формується відповідне керуюче рішення.

Уточнимо поняття ситуації, події і час в даній моделі ситуації проєкту, зокрема в галузі ІТ. Час в моделі представлено набором дискретних значень

$\{0, \tau_1, \dots, \tau_i, \dots, T\}$, заданих з рівномірним кроком $\Delta\tau$, що відповідають тривалості реалізації завдання t_j (Task). Перехід від будь-якого завдання t_j до результуючого t_h внаслідок реалізації відповідного керуючого впливу визначається в момент переходу до наступного часового інтервалу: $\tau_h = \tau_i + \Delta\tau$. В результаті маємо повну відповідність реалізованого завдання часовому кроку.

Подією є можливе отримання показників ефективності проєкту e_i в момент часу τ_i значень y_i з імовірністю P_i внаслідок реалізації управлінського рішення та характеризується трійкою $e_i = (y_i, \tau_i, P_i)$.

В контексті прийняття рішень, ситуація визначається як сукупність умов, обмежень, факторів чи обставин, що впливають на процес прийняття рішень у відповідності до нечітких значень характеристик. Для проєктів, зокрема в галузі ІТ, вони складають порівняльні значення реальних техніко-економічних показників із показниками Product backlog, Sprint backlog.

Вхідна ситуація формується на основі аналізованого статусу ІТ проєкту та визначається на основі реальних результатів, виконання яких порівнюється з очікуваннями або заздалегідь встановленим стандартами, тобто розбіжністю між очікуваннями та фактичними результатами показників ефективності та показників Product backlog, Sprint backlog.

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_{N_c}\}$ - множина класів оцінок об'єктів ситуації проєкту. Кожен клас k_i характеризується набором атрибутів об'єктів. Йому відповідає підмножина об'єктів, що характеризуються перерахованими атрибутами - $T = \{t_1^i, t_2^i, \dots, t_{N_i}^i\}$ та характеризують статус реалізації кожної задачі проєкту та безпосередньо впливають на показники ефективності проєкту. Значення об'єкту характеризується набором значень його атрибутів, віднесених до показника об'єкта: $P(t_j^i) = \bar{P} \wedge t_j^i(p_1^i, p_2^i, \dots, p_{N_{Pi}}^i) \wedge t_j^i$.

Статус проєкту характеризується набором значень атрибутів всіх його задач:

$$\bar{U} = \bigcup_{o_j^i \in O} \bar{P}(t_j^i) = (\bar{P}_1^1 \wedge t_1^1, \dots, \bar{P}_{N_1}^1 \wedge t_1^{N_1}), \dots, (\bar{P}_c^N \wedge t_1^{N_c}, \dots, \bar{P}_{N_{Nc}}^{N_c} \wedge t_{N_{Nc}}^{N_c}) \quad (2.6)$$

Тут $\cup_{o_{j \in O}^i}$ – операція з'єднання статусів кожної задачі з множиною T в порядку, відповідному унікальним, в межах моделі, індексам об'єктів. При формуванні елемента множини z , статус проєкту, зокрема в галузі ІТ, доповнюється значенням часу, до якого він відноситься (при цьому для часу створюється формальний об'єкт T з єдиним атрибутом τ): $\bar{U}^t = U \cup (\tau/T)$.

На основі отриманих значень ситуації S^i об'єднуються в одну групу, що базуються на одній і тій же множині ознак $Q^v = \{q_1, \dots, q_p\}$. Кожна ознака представлена лінгвістичною змінною:

$$q_p : \langle q_p, J_p, V_p \rangle, J_p = \langle J_1^p, \dots, J_{mi}^p \rangle$$

$$\tilde{J}_j^p \{ \langle \mu_{T_j^p}(e) / e \rangle \}, e \in E_p$$

Задати нечітку ситуацію можна за правилом нечіткого логічного висновку [4]: тобто будь-якому нечіткому значенню ставиться у відповідність певна ознака. На основі отриманого набору нечітких значень утворюється ситуація, що розкладається як очікувана. При цьому значення P задається експертом:

$$\dot{s} = \{ \langle J_E^p / q_p \rangle \}, p = \overline{1, P} \quad (2.7)$$

де $J_E^i \in J_i$ – нечітке значення, що вказане для ознаки q_i та належить його множині.

Вхідна нечітка ситуація внаслідок дії ситуативних факторів впливу на показник ефективності буде в певній мірі відрізнятися від очікуваної:

$$\dot{s} = \{ \langle \tilde{J}_{vh}^p / q_p \rangle \}, p = \overline{1, P} \quad (2.8)$$

\tilde{J}_{vh}^p не належить вихідній терм-множині відповідної лінгвістичної змінної. Згідно [4], у нечіткій логіці та нечітких системах управління, лінгвістичні змінні можуть бути представлені у вигляді нечітких множин. Базова множина визначає можливий діапазон значень для даної змінної. Таким чином, нечіткі значення, які не входять до цієї базової множини, можуть все ще відповідати певним нечітким значенням на цій базовій множині.

В процесі ідентифікації вхідної ситуації, що характеризується як статус ІТ проєкту та враховує різні параметри чи ознаки для отримання необхідної інформації про ситуацію, значення параметрів або ознак, що характеризують ситуацію, формуються як результат розрахунку функції:

$$\dot{s}_{vh}^v = \left\langle J_{vh}^p = f_p^v((E(V^v, t')))/q_p \right\rangle \quad q_p \in Q_v$$

Задачі ІТ проєкту, що є об'єктами та характеризується ступенем завершеності та впливають на показник Трудоемкість ІТ проєкту, є аргументами функції. Задачі ІТ проєкту пов'язуються відношеннями $G = \{g_1, \dots, g_n\}$.

$$\bar{P}(E(G, J')) = \frac{\bar{U}'}{E(G, J')} \quad (2.9)$$

Результатом дослідження є отримання функції, що описує залежність між показниками ефективності та статусом виконаних задач, що характеризують поточну ситуацію в порівнянні з очікуваною:

$$v_g^v = \{(P_e, V_e)\}, \quad (2.10)$$

$$e = 1, N_g : E_s = f(\bar{P}(E(G, J'))): \bar{P}(E(G, J')) \rightarrow \bar{P}'(E(G, J')).$$

Побудова моделі ситуації забезпечує можливості дослідження поточного стану проєкту на основі контролю показників ефективності проєкту в режимі реального часу шляхом визначення відхилення від очікуваної ситуації з врахуванням ситуативних факторів впливу на показники ефективності проєкту та своєчасного вироблення управлінських рішень з метою уникнення можливих втрат та перевитрати ресурсів проєкту. Дослідження проведено на прикладі проєкту ІТ галузі, що реалізується на основі Scrum. Результати можуть бути застосовані для проєктів в інших галузях.

2.2. Графоаналітична модель ситуаційного управління проєктами

Ефективність проєкту враховує різні аспекти, а також конкретні цілі, реалізація яких забезпечується за допомогою каркасу процесів. Побудову графоаналітичної моделі ситуаційного управління проєктом розглянемо на основі

проєкту, що реалізується в галузі ІТ на основі Scrum [6]. Дана методологія управління проєктами активно використовується для розробки програмного забезпечення та інших проєктів, де важлива гнучкість і здатність швидко адаптуватися до змін. Основні принципи Scrum включають ітеративний підхід до розробки, самоорганізацію команди, використання коротких часових рамок для роботи (спринтів), постійний зворотний зв'язок та розвиток продукту на основі змінних вимог.

Для проєктів, що реалізуються в ІТ галузі, відповідно до Scrum, основою є Sprint, тобто часовий інтервал тривалістю від одного тижня до одного місяця, протягом якого реалізується ітерація проєкту. Завершенням Sprint є отримання нової робочої версії ІТ продукту. Кожна ітерація Sprint починається з планування, тобто Sprint Planning, що являє собою вихідну ситуацію, коли здійснюється оцінка змісту Product Backlog (тобто документу, що містить список функціональних вимог до продукту із зазначенням пріоритетності) та формується Sprint Backlog (функціональні вимоги Product Backlog, що обирає Product owner). Усі функціональні вимоги розподілені по завданням (Tasks ,тобто завдання, які потрібно виконати), з яких складається Sprint. Формулювання мети є ключовим елементом Sprint у методології Scrum. Крім цього, мета спринту повинна бути чіткою, конкретною та мотивуючою для команди. Вона визначає, що саме має бути досягнуто під час даного спринту і чому це важливо для продукту чи проєкту в цілому.

Формулювання мети спринту допомагає узгоджувати очікування всіх учасників команди щодо цілей та результатів, які очікуються в кінці спринту. Це допомагає зосередити увагу команди на конкретних завданнях Sprint Backlog, які спрямовані на досягнення цієї мети. Кожен елемент у Sprint Backlog повинен мати прямий зв'язок з ціллю спринту, і виконання цих завдань повинно призвести до досягнення цієї мети. Контроль над спрямованістю завдань на досягнення мети спринту є ключовим елементом успішності Scrum-команди. Окрім того, формулювання мети допомагає команді залишатися зосередженою на основних цілях проєкту під час вибору та пріоритезації завдань під час планування спринту.

Процес реалізації ІТ проєкту на основі Scrum представимо наступним чином (рис.2.2) [7]:

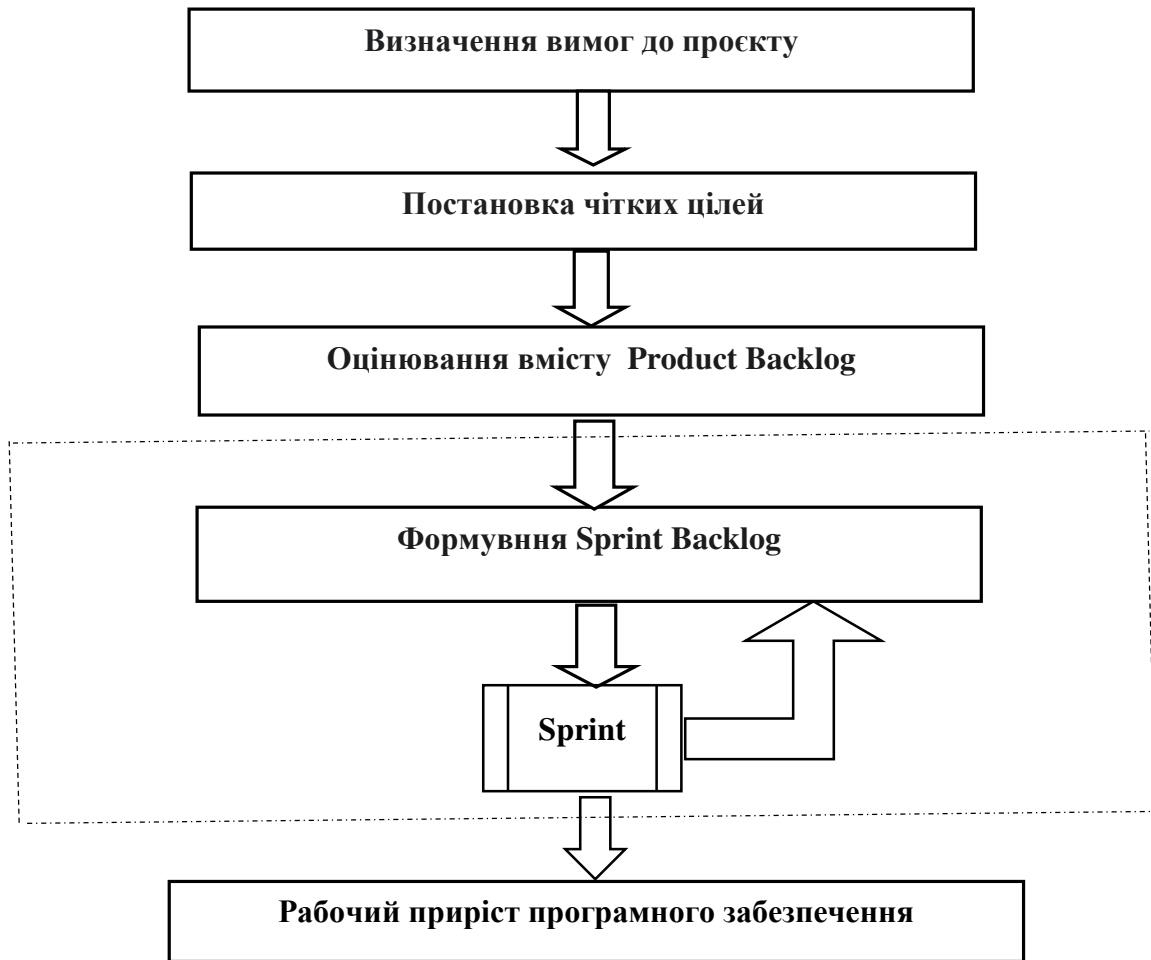


Рисунок 2.2 – Схема реалізації ІТ проєкту на основі гнучкої методології Scrum

Протягом життєвого циклу у проєкті може відбуватися велика кількість подій, які важко передбачати та дослідити кількісними методами. Тому важливим є встановлення причинно-наслідкового зв'язку між ситуаціями, ситуаційними цілями, завданнями та кінцевим результатом. Інформацію про фактори зовнішнього середовища та внутрішнього стану ІТ проєкту можна отримати із застосуванням методу експертних оцінок [8].

Тому ефективним є комбіноване поєднання інтелектуальних та експертних методів, що забезпечить отримання синергетичного ефекту та підвищить якість результатів. Достовірність експертизи забезпечується розумною кількістю запропонованих факторів, що дозволяє не виходити за психологічні можливості

експертів. Проте отримана інформація залежить від компетентності експертів, що обмеженням даного методу.

Ситуаційний аналіз здійснюється з метою оцінки поточної ситуації у процесі Sprint Planning і потім у ході кожного Daily Scrum. Пропонується наступна процедура, яка має бути при цьому реалізована з використанням також експертних методів[9] :

1. Аналіз ситуаційних факторів:
 - визначення ситуаційних цілей;
 - визначення ситуаційних факторів;
 - дослідження динаміки впливу ситуаційних факторів;
 - формування та оцінювання ситуації.
2. Розробка графоаналітичної моделі ситуаційного управління для Sprint:
 - встановлення зв'язку між ситуаціями та ситуаційними цілями;
 - формування альтернативних рішень, спрямованих на досягнення цілей;
3. Процедура вибору рішення, спрямоване на досягнення ситуаційної цілі.
4. Аналіз отриманих результатів та формування наступної ситуації.

Оцінювання ситуації на основі ситуаційних факторів зовнішнього та внутрішнього середовища будемо здійснювати на основі графоаналітичного методу [10], що забезпечить можливість побудови графа динаміки ситуації. Нехай ситуація характеризується факторами $f_i, i = 1, \dots, n$, що характеризують вплив ресурсів на задачі (Tasks), що складають Product backlog, Sprint backlog. Змінну x_i розглянемо як функцію неперервного часу τ , що характеризує ситуативний фактор та ставиться йому у відповідність:

$$x_i(\tau) = a_{i0} + a_{i1}\tau + \dots + a_{ik}\tau^k \quad (2.11)$$

де a_{il} - константи, $l = 1, \dots, k$.

Із часом всі ситуативні фактори змінюються. Причому на фактори f_i можуть впливати фактори, що характеризують події зовнішнього середовища $f_j, j = 1, \dots, n, i \neq j$, тому внутрішній ситуативний фактор в момент τ буде виражатись формулою:

$$f_i(\tau) = x_i(\tau) + \sum_j b_{ji} \times x_j(\tau) \quad (2.12)$$

де b_{ji} – коефіцієнт, що визначає вплив f_j на f_i . Коефіцієнти a_{il} , b_{ji} можуть приймати як позитивні, так і негативні значення.

У графі динаміки впливу ситуативних факторів вершини відповідають ситуативним факторам f_i , ребра (f_{i1}, f_{i2}) , $i_1, i_2 = 1, \dots, n$, $i_1 \neq i_2$ відповідають впливу f_{i1} на f_{i2} , що мають коефіцієнти $b_{i1,i2}$. Приклад графа динаміки впливу ситуативних факторів даний на рис. 2.3.

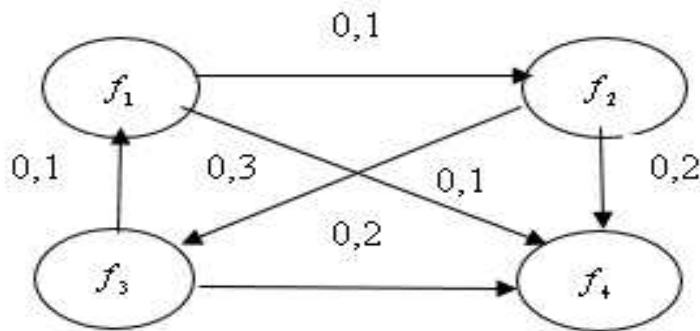


Рисунок 2.3 – Приклад графа динаміки впливу ситуативних факторів

Ситуативні фактори описуються функціями, які згідно (2.11) є лінійними ($k = 1$). Виразимо їх наступним чином:

$$x_1(\tau) = 3 + 0,4\tau$$

$$x_2(\tau) = 3 - 0,4\tau$$

$$x_3(\tau) = 5 + 0,2\tau$$

$$x_4(\tau) = 5 - 0,2\tau$$

Застосувавши до графу на рис. 2.3 співвідношення (2.11), (2.12), отримаємо:

$$k_1(\tau) = 3 + 0,4\tau + 0,2(3 - 0,4\tau) = 3,6 + 0,32\tau$$

$$k_2(\tau) = 3 - 0,4\tau + 0,1(3 + 0,4\tau) = 2,3 - 0,36\tau$$

$$k_3(\tau) = 5 + 0,2\tau + 0,1(5 + 0,2\tau) + 0,1(5 - 0,2\tau) = 6 + 0,2\tau$$

$$k_4(\tau) = 5 - 0,2\tau + 0,1(2 + 0,5\tau) + 0,1(2 - 0,5\tau) = 6 - 0,2\tau$$

Оскільки маємо інформацію різного роду та характеру з різними одиницями виміру, то значення ситуативних факторів доцільно задати на основі лінгвістичних змінних за допомогою спеціальних шкал[11]. Цей процес дозволяє конвертувати якісні значення від "дуже низький" до "дуже високий" у числові значення для подальшого використання в аналізі даних чи прийнятті рішень.

Такий підхід може використовувати числову шкалу, наприклад, від 1 до 5 або від 1 до 10, для призначення числових значень лінгвістичним термінам. Це дозволить використовувати числові значення замість лінгвістичних, що спрощує аналіз і обробку даних. Також сприятиме перетворенню лінгвістичних змінних в числові зі стандартною областю визначення. Однак, важливо враховувати, що встановлення числових значень для лінгвістичних термів може бути обмеженням даного дослідження.

Таким чином, враховуючи вище викладене, представимо значення оцінок ситуативних факторів у вигляді лінгвістично-бальної шкали (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Лінгвістично-бальне значення оцінки ситуативних факторів

Лінгвістична оцінка значення	Бальна оцінка
Дуже низька	$2 > f_i \geq 0$
Низька	$4 > f_i \geq 2$
Середня	$6 > f_i \geq 4$
Висока	$9 > f_i \geq 7$
Дуже висока	$12 > f_i \geq 10$
Надвисока	$f_i \geq 12$

Оцінку зміни ситуативних факторів представимо у форматі числових значень на інтервалі від 0 до 1, де позитивні значення вказують на зростання показника, а від'ємні - на його зменшення. Також оцінюється швидкість цієї зміни, використовуючи граничні точки на цьому інтервалі.

Якщо показник збільшується, йому присвоюється числове значення від 0 до 1 з позитивним знаком "+" в залежності від швидкості зростання (наприклад, 0.5+ вказує на істотне зростання).

Якщо показник зменшується, йому присвоюється числове значення від 0 до 1 з від'ємним знаком "-" в залежності від швидкості зменшення (наприклад, 0.3- вказує на помірно зменшення).

Така шкала оцінює не лише зміну значення фактора, але й швидкість цієї зміни. Це може бути корисним для візуалізації і аналізу динаміки змін ситуативних факторів у системі або процесі, але потребує чіткої і консистентної оцінки змін показників для вірної інтерпретації результатів. Це також є певним обмеженням даного дослідження.

Таким чином, кожна ситуація характеризується певним набором факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. При цьому важливого значення набуває показник зміни зовнішніх та внутрішніх факторів та вплив на ситуацію (табл.2.3)

Таблиця 2.3

Оцінювання ситуації через зміну зовнішніх та внутрішніх факторів

Фактор	$f_1 f_1$	$f_2 f_2$	$f_3 f_3$	$f_4 f_4$
S_1	++0,5	++0,7	++0,3	
S_2			++0,2	++0,5
S_3	++0,2	++0,2	++0,2	++0,3

Графоаналітична модель ситуаційного управління проектом (на прикладі проекту в ІТ галузі на основі Scrum) має демонструвати причинно-наслідкові зв'язки між сформованими внаслідок тих, чи інших факторів ситуаціями та рішеннями, що мають сприяти досягненню визначених цілей. В залежності від отриманих значень факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, що характеризують ситуацію, пропонується те чи інше альтернативне рішення.

Графоаналітична модель ситуаційного управління проектом (рис.2.4) представляє собою граф, вершини якого відповідають ситуаціям, а дуги –

рішенням, що спрямовані на досягнення поставленої цілі. Ситуації зображуються прямокутниками, до верхніх сторін яких підходять стрілки, відповідно до встановлених цілей. Корінь дерева позначає вихідну (початкову) ситуацію.

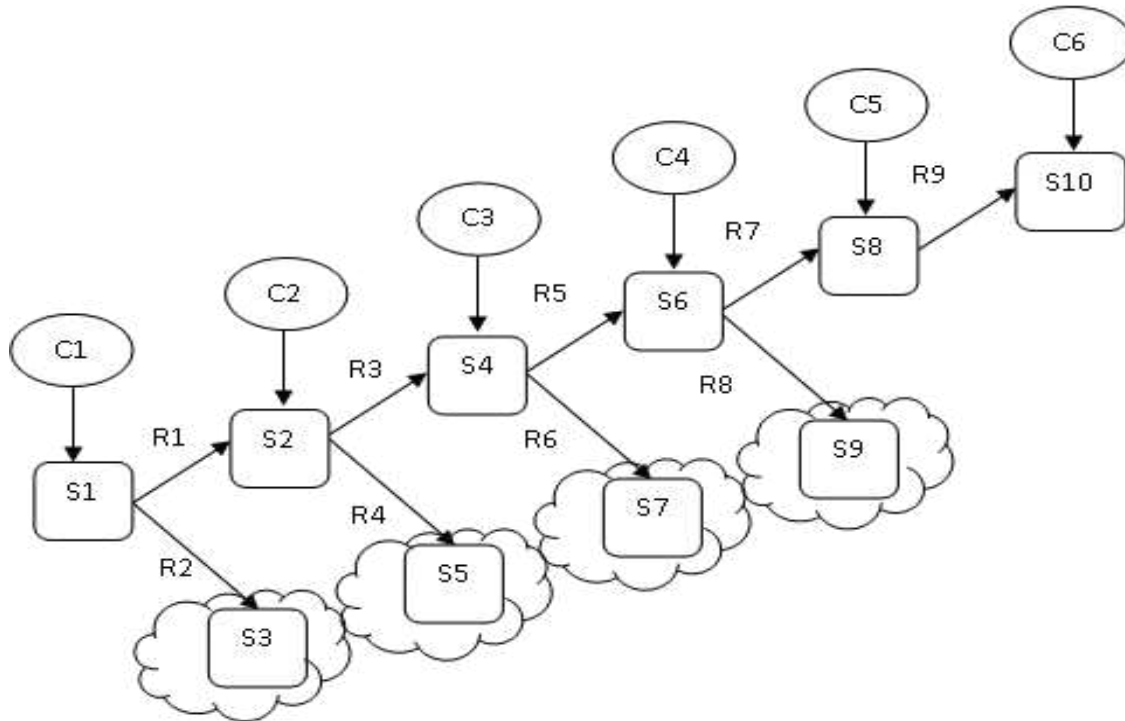


Рисунок 2.4 – Приклад графа ситуацій одного Sprint IT проєкту на основі Scrum

Вибір рішення із заданої альтернативи продемонструємо для фрагменту дерева на прикладі ситуації S_1 . Формуємо таблицю 2.4, де для кожного альтернативного рішення ставимо у відповідність отримані на основі (2.12) значення показника зміни факторів f_i . В другій графі табл. 2.4 зазначені "ваги" (пріоритети) факторів по шкалі від 0 до 1, що оцінюються експертами.

Таблиця 2.4.

Таблиця прогнозованих станів показників системи

Фактор	Вага	$\{R_1\}$	$\{R_2\}$
f_1	0,28	+0,6	- 0,6
f_2	0,29	+0,2	-0,2
f_3	0,20	+0,3	-0,4

f_4	0,23	+0,2	+0,1
Індекс ефективності $W(S_1)$		0,332	-0,283

Для кожної графі факторів f_i обчислюється індекс ефективності $W(S_1)$ рішення для ситуації S_1 у вигляді суми добутків вписаних у графу значень показників на їх "ваги":

$$W(S_1) = \sum_{i=1}^n \alpha_i f_i, \quad (2.13)$$

де α_i - "вага" фактору f_i ; n - кількість факторів. Вибір рішення базується на прийнятому критерії ефективності. Якщо ми розглядаємо максимізацію індексу ефективності, то на даному інтервалі було вибрано рішення $\{R_1\}$ як оптимальне. Це означає, що $\{R_1\}$ має вищий індекс ефективності порівняно з іншим варіантом на цьому інтервалі. Після цього може бути сформований керуючий вплив на основі обраного рішення $\{R_1\}$, яке може бути реалізовано відповідно до ситуаційної цілі.

2.3. Онтологічна модель ситуаційного управління проектами

Ситуаційний підхід до управління проектами, коли прийняття рішень базується на аналізі даних та дослідженнях щодо досягнення цілей, є важливою складовою ефективного управління проектами, особливо в ІТ сфері. Основними аспектами такого підходу є:

1. Визначення ключових показників ефективності: IT Project Team Productivity, Task Completion Rate, Velocity, Definition of ready. Важливо чітко визначити ці показники ще на етапі планування проекту.

2. Систематичний моніторинг і аналіз даних, що забезпечить оперативне реагування на будь-які відхилення від поставлених цілей і приймати вчасні управлінські рішення.

3. Використання аналітичних інструментів, що дозволяють обробляти та аналізувати дані, щоб отримати інсайти та розуміння процесу виконання проєкту.

4. Управління змінами. Іноді в процесі реалізації проєкту можуть змінюватися обставини або цілі. Важливо бути готовим до цього і вміти адаптувати стратегії та плани на основі аналізу даних.

5. Створення звітів і комунікація результатів. Регулярна звітність про результати проєкту дозволяє зацікавленим сторонам (стейкхолдерам) бути в курсі ситуації і приймати інформовані рішення.

Реальна ситуація відображає стан досягнення цілі, що описується на основі знань, які надалі стануть керівництвом до дії. Технологія управління знаннями, що складає ефективний збір, аналіз та подання даних про ситуацію, сприяє на основі отриманих знань прийняттю управлінських рішень в проєкті в режимі реального часу.

Проєкт, зокрема в ІТ галузі, характеризується наявністю величезних масивів інформації, розосередженої в базах та сховищах даних, на папері, у звітах про виконану роботу та у діловому листуванні. Однак найголовніше – це досвід, накопичений протягом багатьох років, а також знання членів проєктної команди. Проблема полягає у добуванні та концентруванні цих знань в одному місці у зручній та доступній формі. Один з найважливіших та перспективних напрямів у галузі формалізації знань – онтологічний інжиніринг – процес проєктування та розробки онтологій. При відсутності загальноприйнятої методології та технології цей процес не є тривіальним завданням, що вимагає від розробників професійного володіння технологіями інженерії знань – від методів їх вилучення до структурування та формалізації [2].

В процесі управління проєктом, що реалізується на основі Scrum, важливого значення набуває формування та обґрунтування вибору напрямів діяльності щодо досягнення та підтримки постійного виконання задач, що складають Product backlog, Sprint backlog. Цей процес пов'язаний із проблемою дослідження ситуацій, що можуть розглядатись як кризові. Актуальність

подібних досліджень зростає у зв'язку зі зростанням кіберзагроз, обумовленим, своєю чергою, розвитком тенденції інтелектуалізації. Використання ситуаційного підходу дозволяє забезпечити обґрунтований вибір, обробку та оцінку необхідної інформації при прийнятті рішень як в управлінні проектом, так і у дослідженнях перспектив розвитку інформаційних технологій. Гнучкість такого підходу дає можливість використовувати експертні знання та механізми міркувань. Оскільки проекти належать до об'єктів управління, які характеризуються такими властивостями, як унікальність, неповнота опису, динамічність та ін, то для них необхідним є опис структури об'єкта, врахування зміни у часі під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, і навіть впливу поведінки членів проектної команди.

Управління ситуаціями в проектах, що реалізуються на основі Scrum в умовах зміни обставин, є слабо структурованою задачею, що достатньо складно описати на основі застосування суто формалізованих методів та моделей. Побудова семантичної моделі проекту і процесів, що протікають у ньому, можлива на основі представлення ситуації у вигляді сукупності значень фіксованого набору ознак, а також застосування штучної мови опису ситуацій і відносин між об'єктами. При вирішенні певних задач, дані методи можливо об'єднати, однак при цьому необхідно врахувати ряд особливостей. Застосування ситуаційного аналізу в управлінні проектом, зокрема галузі ІТ на основі Scrum має ряд переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття рішень в умовах різкої зміни обставин. Для проектів потрібно не просто ідентифікувати поточну ситуацію і відповідну їй множину керуючих рішень, а й структурувати відповідну інформацію, виділити концепти та зв'язки, що їх поєднують. До того ж необхідно визначити раціональні шляхи досягання цілей функціонування системи управління проектом, для чого потрібно прорахувати можливі наслідки послідовності керуючих рішень на кілька кроків вперед. Дані завдання потребують залучення додаткових методів, зокрема застосування онтологій.

Використовуючи принципи ситуаційного управління, можна формалізувати опис ситуацій, що формуються в управлінні проєктом. Це така можливість візуалізувати і в наочнішій формі досліджувати фактори, що впливають на реалізацію проєкту на різних рівнях і своєчасно виявляти критичні ситуації, що можуть призвести до негативних наслідків. Враховуючи сучасне трактування ситуаційного управління, основними поняттями є ситуація, класифікація та перетворення ситуації. Поточна ситуація розглядається, як сукупність поточного стану проєкту і зовнішнього середовища, при цьому повна ситуація включає поточну ситуацію та цілі управління. Ціль управління представляється у вигляді деякої цільової ситуації, до якої можна привести поточну ситуацію, використовуючи керуючі дії. Проблема вибору впливів, що управляють, зводиться до адекватної оцінки стану проєкту і зовнішнього середовища.

При побудові онтологічного простору знань, під яким ми розуміємо систему онтологій, що описують поняття аналізованого проєкту, використовується фрактальний підхід [12]. В рамках даного підходу передбачається введення метарівнів та перехід від метаонтологій до детальних, окремих концептів метаонтологій. На рис. 2.5 представлено метаонтологію ситуаційного управління, що відображає базові поняття, пов'язані з поняттям «Ситуаційне управління», такі як «Ситуація» та «Ситуаційне рішення», а також інші основні взаємопов'язані поняття. З рис. 2.5 видно, що проєктний менеджер (ПМ), вибирає, використовуючи методи ситуаційного управління, необхідне рішення в ході реалізації проєкту (на прикладі проєкту в ІТ галузі) з врахуванням аналізу ситуації та впливу зовнішнього середовища.

Як основний метод ситуаційного управління розглядається ситуаційний аналіз та моделювання ситуації. Завданням онтології ситуаційного аналізу є виявлення параметрів та суттєвих факторів, що визначають ситуацію, взаємозв'язки між факторами та ступені їх взаємовпливу. У процесі ситуаційного аналізу на прикладі ІТ проєкту досліджуються показники ефективності ІТ проєкту, ситуативні фактори, що характеризується парою ресурс-об'єкт впливу

(задача ІТ проєкту), а також фактори зовнішнього середовища з точки зору їх зв'язку з ІТ проєктом.



Рисунок 2.5- Концепція метаонтології ситуаційного управління проєктами (на прикладі ІТ проєкту на основі Scrum)

Згідно даної концепції, центральним елементом ситуаційного управління є ситуація. Згідно [13], поточна ситуація розглядається як сукупність усіх даних про структуру об'єкта та його функціонування в даний час. Автори вважають, що завданням ситуаційного аналізу є виявлення параметрів та суттєвих факторів, або обставин, що визначають ситуацію, взаємозв'язки між факторами та ступенем їх взаємовпливу.

Під ситуацією розуміється сукупність обставин, що визначають внутрішній стан об'єкта або системи, та обставин, що визначають стан навколишнього середовища у відповідності до даного об'єкта або системи. Перші обставини описуються параметрами, що характеризують стан системи, другі – умовами

навколишнього середовища або суттєвими чинниками, які впливають на розвиток системи.

У найбільш загальному вигляді опис ситуації можна розглянути як опис основних параметрів об'єкта управління, стосовно якого розглядається ситуація, а також зовнішніх і внутрішніх чинників, які впливають на об'єкт. Навколишнє середовище та об'єкт мають властивості, значення яких визначають їх стан, а стани, у свою чергу, визначають конкретну ситуацію. Онтологічна модель на рис. 2.6 відображає це визначення та демонструє взаємозв'язки, які необхідно враховувати при оцінці ситуації та виборі управлінських рішень зокрема при прийнятті рішень в управлінні проєктами на основі Scrum.

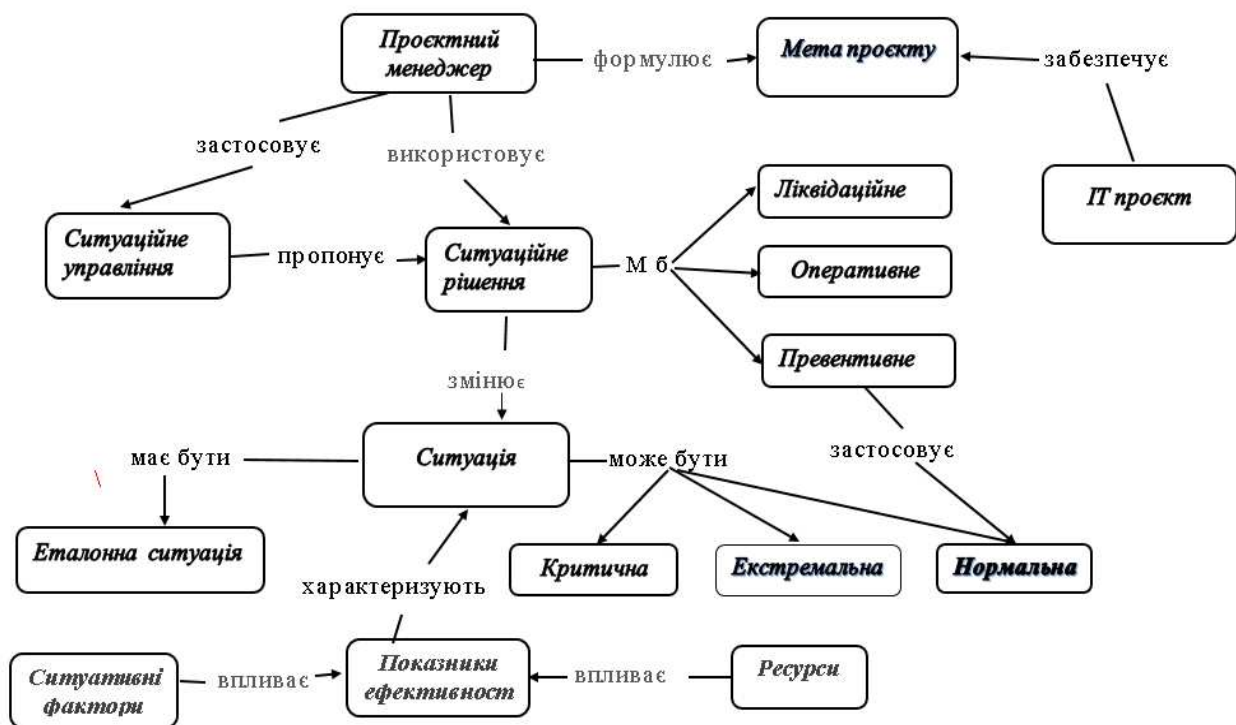


Рисунок 2.6 - Онтологічна модель ситуації проєкту (на прикладі ІТ проєкту на основі Scrum)

Загальна схема досліджень ситуаційного управління ІТ проєктом полягає в оцінці поточного стану ІТ проєкту, підборі відповідних керуючих рішень (превентивних, оперативних чи ліквідаційних заходів) для підтримки чи переходу до еталонної (цільової) ситуації.

Знання, що необхідні при вирішенні проблем ситуаційного управління ІТ проєктом, групуються у вигляді простору компонентів, об'єднаних загальними

завданнями та цілями розробки, формально описаної деякою системою онтологій. Під простором знань ситуаційного управління ІТ проєктом розуміється сукупність необхідних формалізованих знань про ситуацію, в якій реалізується ІТ проєкт, властивості або характеристики цього об'єкта, факторах (зовнішніх та внутрішніх), що впливають на його функціонування, а також про зв'язки між факторами та керуючими впливами, необхідними для прийняття рішень в управлінні ІТпроєктом.

Онтологічна модель ситуаційного управління проєктом (на прикладі проєктуна основі Scrum) розглядається як сукупність онтологій різного рівня у поєднанні з мовою опису для їхньої спільної обробки. Основними поняттями, що стосуються ситуаційного управління ІТ проєктом в умовах Scrum, є об'єкт та суб'єкт управління. Суб'єктом управління є проєктний менеджер, що використовує ситуаційне управління при виборі ситуаційних рішень. Представлені онтології ситуації та ситуаційного управління в цілому дають уявлення про основні компоненти формованого простору знань, досліджувані ситуативні фактори, показники ефективності та інші поняття. Сполучною ланкою всіх компонентів простору знань є мова опису та управління знаннями CML (Contingency Management Language) та її елементи, такі, як словники та оператори [14]. CML включає засоби опису знань та засоби маніпулювання знаннями для обміну знаннями та виклику необхідних програмних компонентів на тому чи іншому етапі ситуаційного аналізу та моделювання та, тим самим, пов'язує описи знань з відповідними програмними модулями, що реалізують моделі та методи ситуаційного управління.

Сценарій розглядається як заздалегідь підготовлена послідовність дій, подій чи припущень щодо розвитку процесу чи явища. Онтологію сценарію можна уявити як об'єднання початкової ситуації, деякої послідовності подій чи ситуаційних рішень і кінцевої ситуації (мети).

На основі загальноприйнятого підходу онтологічного інжинірингу представимо онтологію прийняття рішення в процесі ситуаційного управління ІТ проєктом наступним чином:

$$O^{Situatin} = \langle S, R, Z \rangle, \quad (2.14)$$

де $S = \{s^i\}$ – множина ситуацій ІТ проєкту, що є концептами даної онтології; $R_i = \{r_{li}, \dots, r_{mi}\}$ – множина рішень; F – множина відношень, при цьому розглядається два відношення F_1 та F_2 . $F_1 \subset S \times S$ – відношення «може бути»; $F_2 = S \times R$ – відношення «має бути».

Тоді, представимо типову ситуацію ІТ проєкту у вигляді наступної моделі [15]:

$$C = \langle E, Z, F \rangle, \quad (2.15)$$

E – множина показників ефективності ІТ проєкту, що є концептами даної ситуації C ; Z – множина відношень між показниками ІТ проєкту для даної ситуації C ; F – множина функцій інтерпретацій, що задано на множині показників.

Таким чином, запропонована онтологічна модель для опису ситуацій в ІТ проєкті забезпечить можливості структурованого представлення ситуації в цифровому форматі, що сприятиме опису ситуації, як онтології, через клас показників ефективності та зв'язків між ними, як об'єктів реального світу, що підвищить ефективність комп'ютерної обробки інформації великих обсягів.

Таке представлення має значні переваги, зокрема наявність чіткої структури забезпечує можливість своєчасного отримання нових знань про ситуацію та формувати відповідні їй рішення.

Запропоновані онтологічні моделі забезпечують представлення основних компонент простору знань, що застосовуються в ході ситуаційного управління проєктом. Відповідно знання, необхідні для опису ситуацій та реалізації ситуаційного управління, включають:

- знання про об'єкт, його властивості та стан;
- знання про фактори та стан зовнішнього середовища;
- знання про методи та моделі ситуаційного управління;
- знання про програмні засоби та компоненти;

- знання, що накопичуються у вигляді опису прецедентів, когнітивних і подійних моделей, сценаріїв, опис даних для математичних моделей і т.д.

Відповідно, компоненти онтологічного простору знань можна поділити на кілька груп. По-перше, це поняття, пов'язані з об'єктом, суб'єктом, факторами зовнішнього середовища та їх характеристиками, які можна представити онтологіями предметної області управління проектом; по-друге, описи моделей і методів ситуаційного управління у відповідних онтологіях; по-третє, описи програмних модулів і, нарешті, накопичувані знань у вигляді онтологій, когнітивних карт, подійних, математичних та інших моделей.

2.4. Концепція інформаційної технології ситуаційного управління проектами на основі онтологій

Використання методів інтелектуального управління є важливим підходом до підвищення ефективності реалізації проектів. Ці методи передбачають застосування сучасних технологій для отримання та аналізу необхідних знань про проект та ситуації в ході реалізації проекту з можливістю прогнозування результатів та покращення показників якості управління впродовж Sprint, зокрема для проектів, що застосовують Scrum. Для підвищення ефективності управління проектами доцільним є застосування методів, що включають:

1. Аналіз даних, що передбачає збір, обробку та аналіз великої кількості даних, що стосуються проекту, для отримання корисних інсайтів та підтримки прийняття рішень.
2. Використання аналізу даних та алгоритмів прогнозування на основі даних для передбачення можливих результатів та тенденцій розвитку проекту.
3. Використання алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для автоматизації процесів, виявлення патернів, оптимізації управління та прогнозування ризиків.
4. Використання бізнес-аналітики та моделювання для підтримки стратегічного планування та оптимізації процесів управління проектами.

Використання цих методів дозволяє зробити управління проектами більш ефективним, дозволяючи прогнозувати можливі ризики, оптимізувати ресурси та вчасно реагувати на зміни в умовах виконання проекту. Такий підхід сприяє досягненню кращих результатів і підвищенню якості управління проектами на тривалих інтервалах часу.

Як зазначено в [16], ситуаційний аналіз представляє комплексні технології підготовки, прийняття та реалізації управлінського рішення, в основі яких аналіз окремо взятої управлінської ситуації проекту. При цьому дослідження ситуацій здійснюється на основі застосування методів нечіткої логіки, логіко-лінгвістичних моделей, процедури навчання та узагальнення при генерації управлінських рішень згідно поточної ситуації, експертних методів. Підготовка до проведення ситуаційного аналізу передбачає насамперед чітку постановку задачі і забезпечення необхідною інформацією експертів і аналітиків, які беруть участь у його проведенні. Аналіз інформації про ситуацію, здійснюється на основі застосування методу експертних оцінок, а також передбачає виявлення основних факторів зовнішнього середовища і внутрішнього стану проекту, що впливають на розвиток ситуації. Крім того інформація про фактори зовнішнього середовища і внутрішнього стану проекту необхідна для розробки сценаріїв найбільш ймовірного розвитку ситуації. Далі проводиться експертна оцінка управлінської ситуації, обробка отриманих у ході експертизи даних і оцінка результатів проведеного експертного оцінювання. Завершується проведення ситуаційного аналізу підготовкою аналітичних матеріалів для проектного менеджера, в яких подаються результати, отримані в ході проведеного ситуаційного аналізу.

Задача розробки інформаційної технології ситуаційного управління проектами може включати створення програмного забезпечення, систем управління проектами, інструментів аналізу даних, платформ для спільної роботи, тощо, спрямованих на поліпшення ефективності, комунікації та аналізу у проекті.

Структурованість задачі важлива для успішної розробки ІТ-рішення. Це означає чітке визначення вимог, обґрунтування функціональності, архітектури системи, технічних специфікацій та методів виконання. При цьому врахування прикладних аспектів полягає у врахуванні специфіки самого проєкту, потреб користувачів, технічних обмежень і вимог до системи.

Урахування цих факторів допомагає створити інформаційну технологію, яка відповідає потребам проєкту і впевнено вирішує проблему ситуаційного управління, забезпечуючи необхідне апаратно-програмне забезпечення для ефективного функціонування інформаційних процесів на визначеному рівні керованого алгоритму.

Концепція ІТ ситуаційного управління проєктами [17] має єдину структуру. Онтологія у цьому контексті визначає структуровану модель знань, яка описує концепції, терміни, відносини та характеристики в заданій предметній області. Використання онтологій у ІТ ситуаційного управління проєктом дозволяє систематизувати та уніфікувати інформацію, що допомагає в ефективному аналізі, прийнятті рішень та розумінні ситуацій.

Основні аспекти концепції ІТ ситуаційного управління проєктами на основі онтологій включають:

1. Використання онтологій для систематизації та організації інформації, зокрема, збору даних про проєкт, його стану, ресурси, терміни, ризики тощо.
2. Використання онтологій для аналізу зібраної інформації, ідентифікації залежностей, виявлення патернів, вирішення ситуаційних завдань.
3. Зберігання і передавання, що передбачає створення структурованих сховищ для зберігання даних, а також забезпечення можливості передавання цієї інформації за потреби менеджменту проєкту.
4. Реагування на ситуації, що включає інтеграцію онтологічних засобів для здатності вчасно реагувати на зміни у ситуаціях проєкту, швидко адаптувати стратегії управління та вирішувати проблеми.

Використання концепції ІТ ситуаційного управління проєктами на основі онтологій допомагає покращити якість управління, забезпечити більш точний

аналіз ситуацій та підвищити ефективність в прийнятті рішень в умовах швидко змінюваних обставин та середовища проєкту.

Об'єктом дослідження в даній концепції є проєктна ситуація, що оцінюється в режимі реального часу на основі комплексу показників ефективності, ситуативних факторів впливу та цілей проєкту. Ця концепція передбачає використання двох рівнів інформаційно-технологічної структури для аналізу, управління та прийняття рішень. Структура ІТ нижнього рівня відповідає за збір, обробку та аналіз інформації про ситуації, які виникають у проєкті. Тут використовуються інструменти аналізу даних для збору показників ефективності, ситуативних факторів впливу та інших важливих даних, які стосуються ситуацій у проєкті. На цьому рівні можуть використовуватися бази даних, інструменти збору даних, системи моніторингу тощо.

Структура ІТ верхнього рівня відповідає за аналіз та управління інформацією, яка була зібрана на нижньому рівні. Тут проводиться ідентифікація ситуацій, їх класифікація, аналіз та прийняття відповідних управлінських рішень. Може використовуватися більш високорівневий аналітичний інструментарій для виявлення патернів, розробки стратегій управління та прийняття рішень, такі як системи підтримки прийняття рішень (СППР) або інші системи аналізу даних та інтелектуального управління.

Концепція передбачає інтеграцію двох рівнів для виявлення, аналізу та прийняття рішень щодо проєктних ситуацій в реальному часі. Застосування такого підходу дозволяє ефективно вирішувати ситуативні проблеми та управляти проєктами на основі актуальної інформації.

Концепція ІТ ситуаційного управління проєктами представлена на рис.2.7. Згідно концепції розробляються наступні системи управління: інформаційно-довідникова система (ІДС), онтолого-керована система (ОКС), система підтримки прийняття рішень (СППР).

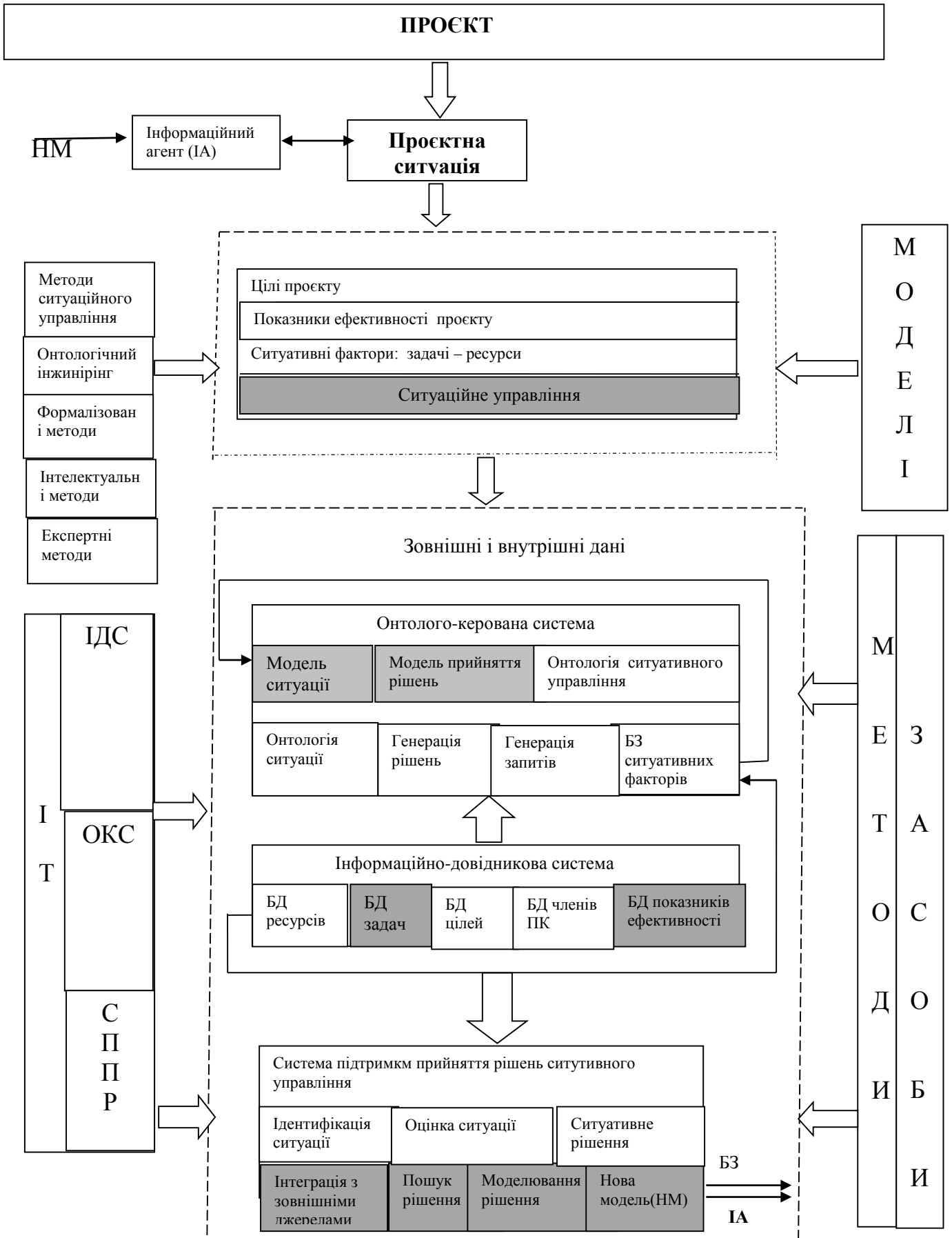


Рисунок 2.7 - Концепція ІТ ситуаційного управління проектами

ІДС необхідна для збирання, організації та зберігання інформації. Вона може містити дані про проекти, ресурси, терміни, учасників та інші важливі деталі, які можуть бути використані для подальшого аналізу та виконання рішень.

Онтологія в цій системі визначає модель знань, концепцій та відносин між ними в контексті управління проектами та ситуаціями в проекті. ОКС використовує цю онтологію для систематизації та управління інформацією, забезпечуючи однорідність та правильність використання знань.

СППР використовується для аналізу інформації з ІДС та ОКС для прийняття рішень управління проектом. Вона оцінює ефективність проекту згідно з критеріями управління. Якщо ефективність проекту не відповідає встановленим критеріям, СППР може пропонувати нові рішення або варіанти стратегій управління для покращення ситуації.

Цей цикл роботи систем управління (ІДС, ОКС, СППР) спрямований на систематизацію та оптимізацію управління проектами, забезпечуючи аналіз, прийняття та впровадження рішень на основі доступної інформації та онтологічних моделей. Це дозволяє постійно вдосконалювати стратегії управління та забезпечувати більш ефективне та гнучке управління проектами.

Основою концепції ІТ ситуаційного управління проектами є онтологічна модель ситуацій в проекті [18], що дозволяє описати ситуацію через клас показників ефективності та зв'язків між ними, як об'єктів реального світу, які змінюються у часі під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів. Запропонована інформаційна технологія ситуаційного управління проектами комплексно характеризує підходи до управління в умовах швидко змінюваних обставин та спрямована на підвищення ефективності проекту з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища та внутрішнього стану.

Застосування ситуаційного аналізу в управлінні проектом має низку переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття рішень в умовах швидко змінюваних обставин. Побудована онтологічна модель ситуаційного управління проектами (2.1)–(2.10) ґрунтується

на дослідженні ситуації. Ситуація S_i проєкту (2.1) представлена у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак. Запропонована математична модель ситуації S_i проєкту (2.1) використовується в ситуаційному моделюванні. Це забезпечить можливості в комплексі описати знання про ситуацію, відобразити причинно–наслідкові зв'язки між ситуативними факторами та їх наслідками та моделювати розвиток ситуацій з врахуванням подій, що відбуваються.

Розглянута система онтологій забезпечує можливості формального опису знань у вигляді простору компонентів, об'єднаних загальними завданнями та цілями розробки, що необхідні для вирішення проблем ситуаційного управління. На рис. 2.5, 2.6 представлені онтології як сукупність необхідних формалізованих знань про ситуацію проєкту (на прикладі проєкту ІТ галузі), властивості або характеристики ІТ проєкту, фактори (зовнішні та внутрішні), що впливають на його реалізацію. Крім того показано зв'язки між факторами та управлінськими рішеннями, необхідними для ефективного управління проєктом у режимі “реального часу”, що дозволяє скоротити можливі витрати.

Отримані результати даного дослідження на відміну від [19–25] ґрунтуються на комбінованому застосуванні методів ситуаційного управління, формалізованих та експертних методів, а також онтологічному інжинірингу для управління проєктами та характеризуються наступними особливостями:

- обґрунтоване скорочення часу на вибір, обробку та оцінку необхідної інформації при прийнятті рішень в кожній конкретній ситуації у момент часу τ_k ;
- застосування онтології ситуації та метаонтології ситуаційного управління забезпечують можливості уявлення про основні компоненти формованого простору знань, методи, що використовуються, фактори та інші поняття;
- застосування нових методів та підходів до управління на основі дослідження ситуації, що забезпечить підвищення продуктивності розробників у проєктах;

– застосування принципово нових моделей опису ситуацій сприяє виробленню перспективних та адаптованих до ситуації рішень, що сприятимуть підвищенню ефективності управління проектом;

– розробка інтелектуальних технологій, що забезпечить підтримку прийняття управлінських рішень на основі інтегрованої інформації в єдиному просторі.

В основі даного дослідження приклад академічного проекту на основі Scrum. Тому дане дослідження характеризується обмеженнями ресурсів та часу реалізації проекту. Крім того, використання експертних методів залежить від компетентності експертів та способів експертного опитування, що також є обмеженням даного дослідження.

Онтологічна модель ситуаційного управління проектами орієнтована на формування штучної мови опису ситуацій і відносин між об'єктами. Однак побудова семантичної моделі процесів управління проектом є достатньо громіздким при описі ситуацій в системі управління на основі Scrum. Процес створення мови досить трудомісткий і далеко не завжди приводить до позитивного результату, що є можливим недоліком даного дослідження. Однак даних обставин можна уникнути шляхом надання можливості спільної обробки знань на основі єдиного семантичного опису простору знань.

Запропонована онтологічна модель ситуаційного управління проектами на основі Scrum в умовах швидко змінюваних обставин може бути покладена в основу інформаційної технології управління проектом та відповідної системи підтримки прийняття рішення. Онтолого-керована система управління проектом на основі Scrum в умовах швидко змінюваних обставин забезпечить можливості синхронного відтворення управлінського рішення у відповідності до ситуації.

2.5. Висновки до розділу 2

1. Побудовано модель ситуації в проектах (за основу взято проект в галузі інформаційних технологій на основі Scrum) у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак, таких як показники ефективності, ситуативні

цілі, ситуативні фактори впливу. Дана модель забезпечує можливості формального опису ситуації в режимі реального часу та забезпечить взаємозв'язок та узгодженість рішень у відповідності до ситуації в умовах різко змінюваних обставин.

2. Вдосконалено графоаналітичну модель ситуаційного управління проектами, що забезпечує можливості отримання причинно-наслідкового зв'язку між поточною ситуацією, ситуаційними цілями та рішеннями.

3. Побудовано метаонтологію ситуаційного управління проектами та онтологічну модель ситуації в проєктах (на прикладі ІТ проєкту на основі Scrum), що сприяє виробленню та прийняттю оперативного управлінського рішення для ситуації в умовах різкої зміни обставин. Дана модель надає можливості виявлення параметрів та суттєвих факторів, що визначають ситуацію, взаємозв'язки між факторами та ступені їх взаємовпливу. Результатом застосування даного дослідження є скорочення часу на вироблення та прийняття управлінського рішення, що забезпечує підвищення ефективності проєкту за рахунок уникнення перевитрати ресурсів.

4. Розроблено та обґрунтовано концепція ІТ ситуаційного управління проектами на основі онтологій, що на відміну від існуючих комплексно характеризує підходи до прийняття рішення в проєктній ситуації, є основою розроблення методів та моделей до створення ІТ ситуаційного управління проектами з врахуванням умов різкої зміни обставин та кризи, а також забезпечує ефективне управління проектами в різних галузях, зокрема інформаційних технологій.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Видря С. О., Голуб Я. С. Застосування методів ситуаційного аналізу в управлінні ІТ проєктами. *Вісник ЧДТУ*. 2017. № 1. С.94 – 99.

2. Prokopenko, T., Lanskykh, Y., Prokopenko, V., Pidkuiko, O., & Tarasenko, Y. Development of the ontological model of situation management of projects based on

SCRUM under risky conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 6(3 (126)). 47–54. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292526>

3. Devising An Integrated Method For Evaluating The Efficiency Of Scrum-Based Projects In The Field Of Information Technology Prokopenko, T., Lavdanska, O., Povolotskyi, Y., Obodovskyi, B., Tarasenko, Y. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. 5(3-113), стр. 46–53

4. Zadeh L.A. Knowledge representation in fuzzy logic. *IEEE Trans. Knowledge an Data Eng.* March 1989. №1. P. 89 – 100.

5. Zadeh L. A. Fuzzy Sets. *Information and Control*. 1965. Vol. 8, № 3, pp. 338–353.

6. Sutherland, Jeff; Sutherland, J.J. *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time* (1st ed.). Currency. 2014. p. 256. ISBN 9780385346450.

7. T.O. Prokopenko, O. I. Pidkuiko DEVISING A GRAPH–ANALYTICAL MODEL FOR SITUATION PROJECT MANAGEMENT OF SCRUM–BASED PROJECTS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2022. (2). 4–10. <https://doi.org/10.24025/2306–4412.2.2022.261704>

8. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. К.:ТОВ „Маклаут”. 2008. 444 с.

9. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. 224 с.

10. Прокопенко Т.О., Прокопенко В.А. Графодинамічне моделювання управління ситуаціями в інноваційних проєктах на основі методології Scrum. *Вісник ЧДТУ*. 2020. № 3. С.13 – 19

11. Zadeh L.A. Knowledge representation in fuzzy logic. *IEEE Trans. Knowledge an Data Eng.* March 1989. №1. P. 89 – 100.

12. Falconer K. *Fractals. A Very Short Introduction*. Oxford University Press. 2013.152.

13. Prokopenko T., Lanskykh Y., Prokopenko V., Pidkuiko O., Tarasenko Y. Development of the comprehensive method of situation management of project risks based on big data technologys. *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies. Kharkiv*. 2023. Vol. 1, No. 3 (121). P. 38 –45. DOI: [https://doi.org/ 10.15587/1729–4061.2023.274473](https://doi.org/10.15587/1729–4061.2023.274473)

14. Euzenat J., Shvaiko P. *Ontology matching*. Heidelberg : Springer, 2013. 57

15. Підкуйко О.І. Розробка онтологічної моделі ситуацій в проєкті галузі інформаційних технологій// *Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листопада 2022 [Електронний ресурс]. К: НУХТ, 2022. С.150. URL:<https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.

16. Прокопенко Т. О., Підкуйко О. І. АНАЛІЗ СИТУАЦІЙ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ//*Збірник тез доповідей Міжнар. наук.-практич. конфер. «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій»* (9 груд. 2022 р., м. Черкаси) [Електронний ресурс] / упоряд. : Т. О. Прокопенко, Я. В. Тарасенко. М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ. 2022. С. 27.URL:

<https://drive.google.com/file/d/1Wr3KsBzgr3zAbXO9FiiYcqRkxivnmlO/view>

17. Підкуйко О.І. Концепція створення інформаційної технології ситуаційного управління проєктами на основі онтологій// *Х Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 24 листопада 2023 [Електронний ресурс]. К: НУХТ. 2023. 132 с. URL : <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.

18. Прокопенко Т.О., Підкуйко О.І. ОНТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ. *ІХ Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації» 18-19 листопада 2021 року Черкаси-Харків-Баку-Бельсько-Бяла*. 2021. Том 2: секція 4. С.27.

19. Malik M. Irfan, Muhammad Zafar Iqbal Karmani, Nadeem Sarwar, Junaid Nasir Qureshi, Allah Ditta XSHM: Proposed Hybrid Process Modeling Technique from Scrum and XP for PSP and Medium Projects In book: Engineering Software for Modern Challenges. 2022. DOI: 10.1007/978-3-031-19968-4_5
20. César Pardo, Piedad Rocío Chilito, Daniel Viveros , Francisco J. Pino Scrum+: A scaled Scrum for the agile global software development project management with multiple models Scrum+. *Revista Facultad de Ingeniería*. 2019. 93:105–116 DOI: 10.17533//udea.redin.20190519
21. G.Nilay Yücenur MCDM approach to investigate the effectiveness of SCRUM events in minimizing risk factors in project management. *Journal of Project Management*. 2023. 8(4):227–238 DOI: 10.5267/j.jpm.2023.7.001
22. Chaitanya Sathe, Chetan Panse An Empirical Study on Imapct of Project Management Constraints in Agile Software DevelopmentA Multi-Group Analysis Between Scrum and Kanban. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 2023. 20(3):1–17. DOI: 10.14488/BJOPM.1796.2023
23. Bojan Grebic, Aleksandra Stojanović Application of the Scrum Framework on Projects in IT Sector. *European Project Management Journal*. 2021. 11(2):37–46 DOI: 10.18485/epmj.2021.11.2.4
24. Liskin V., Syrota S. E-learning Information Technology Based on an Ontology Driven Learning Engine. *International Journal of Computer Science and Information Seecurity*. 2017. 15(8). 258–263.
25. A. Chochowski, I.Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V.Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa and V. V. Shcherbatiuk Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control. K.: Tsentr Uchbovoii Literatury, 2014. 240 p.

РОЗДІЛ 3

МЕТОД СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ**3.1. Імітаційне моделювання ситуаційного управління проєктами**

Імітаційне моделювання ситуаційного управління проєктами здійснюється на основі дослідження цільового сценарію [1], який визначає, яким чином проєкт може досягти своїх цілей в ситуації, та є основою методу прийняття рішення на основі індексу ефективності рішення.

Основні етапи імітаційного моделювання ситуаційного управління проєктами включають:

1. Визначення чітких та конкретних цілей проєкту, які проєкт повинен досягти.

2. Створення цільового сценарію, який вказує, яким чином мають бути досягнуті визначені цілі. Цей сценарій може включати в себе різні етапи, задачі, ресурси, терміни та інші ключові аспекти проєкту.

3. Моделювання ситуаційного управління, пов'язане з використанням комп'ютерної моделі для імітації процесів управління на основі цільового сценарію. Це може включати в себе взаємодію різних факторів, таких як ресурси, терміни, людські ресурси, ризики тощо.

4. Аналіз результатів на основі оцінки ефективності та результатів моделювання в різних сценаріях. Це може допомогти в ідентифікації можливих проблем, визначенні кращих стратегій управління та прийнятті рішень для оптимізації проєкту.

5. Внесення коректив та змін в стратегію управління проєктом з метою покращення його продуктивності та досягнення поставлених цілей, що здійснюється на основі результатів аналізу моделі управління.

Імітаційне моделювання надає можливість експериментувати з різними варіантами управління проєктом без реального впровадження змін. Це дозволяє

здійснювати прогнози та оптимізувати стратегії управління перед їхнім фактичним застосуванням у реальному проєкті.

В даному дослідженні за основу взято метод, що описано в [2]. При цьому, цілі представлено у вигляді дерева цілей [3]. Цільовий сценарій визначено як множину задач, що виконуються у заданому порядку. Сценарій передбачає як альтернативне, так і послідовне виконання задач. Переходи між задачами в моделі ініціюються подіями. Події виникають внаслідок настання ситуативних факторів. Коли певна подія стає активною, відбувається реагування на цю подію, що відповідає ситуативному фактору.

Для даного дослідження ситуатійного управління проєктами, події можуть відповідати наступним ситуативним факторам:

1. Завершення етапу проєкту. Якщо етап проєкту завершено успішно, це може бути подією, яка спричиняє перехід до наступного етапу.

2. Перевищення термінів. Якщо терміни виконання операцій перевищують установлені значення, це може ініціювати подію, що вимагає перегляду та корекції графіка проєкту.

3. Зміни в обсязі робіт. Якщо відбулися зміни в обсязі робіт або вимогах проєкту, це може викликати подію, що впливає на перегляд ресурсів та планування.

За допомогою цього підходу можна створювати моделі систем, де переходи між станами або задачами відбуваються відповідно до ситуативних факторів. Це дозволяє більш ефективно взаємодіяти з реальними змінами в середовищі та динамічно адаптувати управління проєктом до нових обставин.

В процесі розробки імітаційної моделі ситуатійного управління проєктами як об'єкти можуть виступати електронні документи, в також Sprint Backlog, Product Backlog. Задачі можуть включати в себе різноманітні дії членів проєктної команди. Обмін інформацією між різними етапами реалізації задач або між різними об'єктами може бути визначено як інформаційні потоки. Потоки можуть мати свої власні операції, такі як шифрування, дешифрування, пересилання, фільтрація та інші.

Задачі тісно пов'язані з ресурсами. Ресурси можуть бути виражені в грошовій формі, так як їх вартість може включати витрати на працю, обладнання, програмне забезпечення тощо. Деякі задачі можуть призводити до формування нових ресурсів, таких як створення інновацій або вдосконалення процесів, що впливає на ефективність системи.

В даній моделі окремо визначимо різницю між подіями та переходами у ситуаційному управлінні. Події відображають конкретне виникнення або настання ситуативного фактору. Це може бути, наприклад, створення нового електронного документа, отримання повідомлення, зміна статусу задачі тощо. Події ініціюються визначеними умовами або внаслідок певних задач.

Переходи представляють собою переміщення об'єктів від однієї задачі до іншої. Вони можуть відображати зміни статусу задачі в результаті певних подій. Переходи можуть відбуватися відповідно до логіки, що визначена в моделі, та може бути пов'язана зі змінами в значеннях змінних, станах об'єктів тощо.

Отже, події спричиняють переходи в даній моделі. Наприклад, якщо створюється новий електронний документ (подія), це може ініціювати перехід в новий стан або задачу, таку як обробка цього документа.

В даному дослідженні будується трирівнева імітаційна модель, де на першому рівні представлені цілі, досягнення яких ілюструється графом задач другого рівня. Третій рівень вказує на послідовність та взаємозв'язок показників ефективності. Результати моделювання представлено у вигляді діаграми синхронізації [4].

В основі імітаційної моделі ситуаційного управління проектом у відповідності до (2.1) - (2.13) цільовий сценарій, що представимо наступним чином:

$$A = \langle F, T, O, V, E, P, \alpha, \beta, \Theta, \gamma, \delta, \varepsilon, \pi \rangle, \quad (3.1)$$

де $F = \{f_i\}$, $i=1, \dots, n$ - множина переходів, що відповідає ситуативним факторам, $C = \{c_i\}$, $i=1, \dots, m$ - множина ситуаційних цілей, $T = \{t_i\}$, $i=1, \dots, k$ - множина задач, $\alpha : F \times T \cup T \times F \rightarrow \{0,1\}$ - функція інцидентів "операції-переходи",

$\beta: T \rightarrow 2^C$ - функція розподілу цілей (2^C - множина усіх підмножин C),
 $O = \{o_i\}, i = 1, \dots, e$ - множина об'єктів, $V = \{v_i\}, i = 1, \dots, g$ - множина ресурсів,
 $E = \{e_i\}, i = 1, \dots, q$ - множина показників ефективності, $P \subseteq O \times F$ - множина
подій, $\Theta = \{0, 1, \dots, h\}$ - множина упорядкованих моментів часу (часова
шкала), $\gamma: P \times T \cup T \times P \rightarrow \{0, 1\}$ - функція інциденцій задачі - позиції,
 $\delta: V \times T \cup T \times V \rightarrow \{0, 1\}$ - функція інциденцій "задачі - ресурси", $\varepsilon: P \rightarrow O$ -
функція розміщення об'єктів по позиціях, $\pi: S \rightarrow 2^\Theta$ - функція часових
позначок подій (2^Θ - множина усіх підмножин Θ).

Для формування цільового сценарію ситуаційного управління проектом цілі
представлено в табл. 3.1, задачі - у табл. 3.2, ситуаційний граф сценарію
представлений на рис. 3.1. На графі (рис. 3.1) задачі зображено прямокутниками,
переходи — жирними вертикальними рисками, цілі операцій відповідно до
функції β показані вертикальними стрілками, пов'язаними з верхньою стороною
прямокутника.

Таблиця 3.1.

Таблиця цілей.

Позначенн	Зміст цілі
c_1	Підвищення ефективності ІТ проєкту
c_2	Максимізація продуктивності команди ІТ проєкту
c_3	Мінімізація тривалості реалізації ІТ проєкту

Таблиця 3.2.

Таблиця задач

Позначенн	Зміст задач
t_1	Визначення ситуаційних рішень ІТ проєкту на основі індексу ефективності рішення на часовому інтервалі τ .
t_2	Реалізація проєкту на основі застосування фреймворку Scrum (на інтервалі τ).

t_3	Розробка на основі компонентів (Component-Based Development - CBD) (на інтервалі τ).
t_4	Реалізація Sprint
t_5	Інтеграція розробки (Dev) та операційного управління (Ops) з метою автоматизації, швидкої розгортання та постійного вдосконалення процесів (на інтервалі τ).
t_6	Робочий приріст ПЗ

Таблиця 3.4.

Таблиця об'єктів

Позначенн	Найменування об'єктів
o_1	Product Backlog
o_2	Sprint Backlog
o_3	Component-Based Development - CBD
o_4	Technical Specification
o_5	Business Requirements
o_6	Reports

Таблиця 3.5.

Таблиця ресурсів

Позначення	Найменування ресурсів
v_1	Витрати на оцінку ситуації проєкту
v_2	Витрати на технічні ресурси.
v_3	Витрати на інформаційні ресурси.
v_4	Витрати на партнерські та зовнішні ресурси.
v_5	Витрати на заробітну плату.
v_6	Витрати на ліцензії та документацію з правових питань

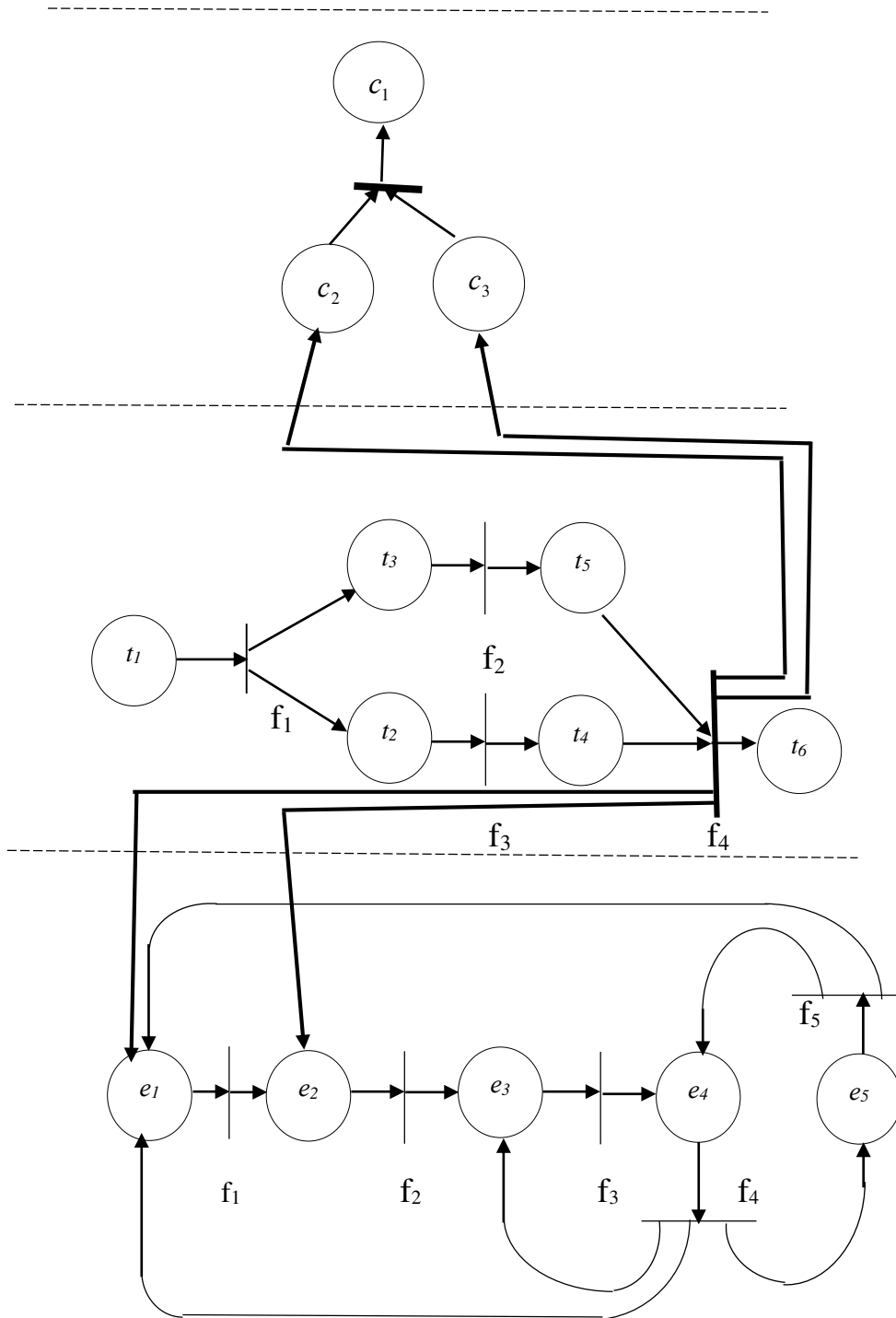


Рисунок 3.1 - Граф цільового сценарію ситуаційного управління проєктами.

Позначенн	Зміст події
p_1	Передати o_1 від t_1 до t_2 в момент τ_1
p_2	Передати o_2 від t_1 до t_1 в момент τ_2
p_3	Передати o_3 від t_3 до t_5 в момент τ_3
p_4	Передати o_4 від t_2 до t_4 в момент τ_4
p_5	Передати o_4 від t_4 до t_6 в момент τ_4
p_6	Передати o_5 від t_5 до t_6 в момент τ_5

Граф цільового сценарію ситуаційного управління проєктом перетвориться в базовий програф шляхом заміщення кожного переходу f набором позицій $P^* \subseteq P$ на основі правила, що ілюструється рис. 3.2.

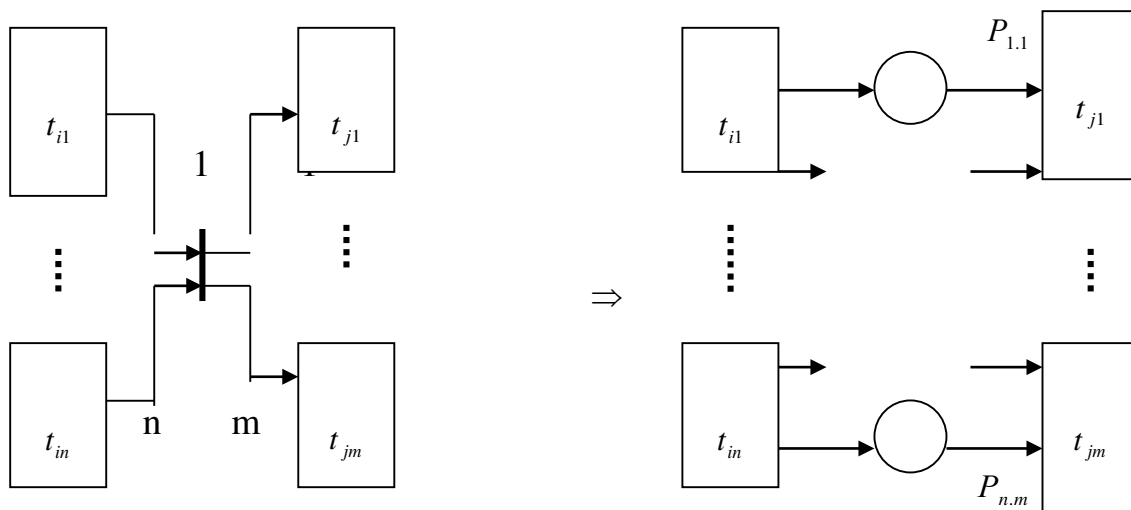


Рисунок 3.2 - Заміщення переходу графа цільового сценарію ситуаційного управління проєктом набором позицій базового прографа

Присвоємо вхідним дугам переходу f номера $i = 1, \dots, n$, а вихідним дугам – номера $j = 1, \dots, m$. Кожній упорядкованій парі "вхідна - вихідна дуга ij " зіставимо позицію p_{ij} , в яку заведемо стрілку з вхідної операції дуги i і з якої проведемо стрілку у вихідну операцію дуги j . Таким чином, кожна введена

позиція базового прографа з'єднана тільки з однією вхідною й однією вихідною операцією, а число позицій "замість переходу i " дорівнює $n \times m$. У позицію містяться об'єкти тільки одного виду (класу), причому однакові об'єкти відповідно до функції ε у (3.1) можуть розміщатися в різних позиціях. Об'єкти i ресурси розкриваються в табл. 3.4, 3.5, функція ε обчислюється безпосередньо з рис 3.2.

Події $p \in P$, що відбуваються в системі, взаємно однозначно відповідають позиціям базового прографа. Нехай у прографі в позицію p поміщені об'єкти o , а на графі операцій цієї позиції відповідає перехід f (p входить у набір, що заміняє t). Подія s визначимо як факт передачі об'єкта o від вхідної (відносно p) задачі t_{ex} до вихідної задачі t_{enx} в момент τ спрацьовування переходу f . Перелік подій для розглянутого приклада подано у табл. 3.6.

Система, як правило, працює в так називаному конвеєрному режимі, коли "через задачі" послідовно проходять різні екземпляри тих самих об'єктів. При цьому події p відбуваються багаторазово, тобто моменти τ (див. табл. 3.6) є змінними величинами, що приймають цілі ненегативні значення. Функція π у (3.1) обчислює значення моментів τ при кожному настанні подій p .

Таким чином, імітаційну модель ситуаційного управління проєктами на базі графа цільового сценарію ситуаційного управління проєктом побудовано в такий спосіб: задані множини F , T , O , V , E , P , Θ і функцію $\gamma, \delta, \varepsilon$ (3.1). Потрібно визначити функцію π . Виходячи зі статусу задачі вони підрозділяються на фактичні, що впливають на реальну ситуацію в системі, і на прогнозну, оцінюючу динаміку системи в майбутньому (на часовому інтервалі прогнозування).

Об'єкти і ресурси системи характеризуються набором ознак (атрибутів), що приймають значення з деякої області. Значеннями атрибутів можуть бути числа, рядка символів, графічні зображення і т.д. Найчастіше об'єкти (ресурси) представляються у виді таблиць, рядки яких зіставлені атрибутам, а стовпці - екземплярам об'єкта (ресурсу).

Правила для фактичної задачі включають умову початку реалізації, час виконання, умова завершення, алгоритм корекції заповнення вхідних і вихідних таблиць.

Умова початку реалізації задачі в загальному випадку являє собою логічну функцію (предикат), визначену на вхідних і вихідних таблицях задачі. Визначимо його в такий спосіб:

а) умова, обумовлена на j -м стовпці i -й таблиці,

$$T_{ij} = (a_{i1} \# \alpha_{i1}) \wedge \dots \wedge (a_{in} \# \alpha_{in}), \quad (3.2)$$

де a_{i1}, \dots, a_{in} - атрибути таблиці, $\alpha_{i1}, \dots, \alpha_{in}$ - числові константи або рядки символів, $\# \in \{=, >, \geq, <, \leq\}$ - знак порівняння, \wedge - знак кон'юнкції;

б) умова, що перевіряється на i -й таблиці,

$$\Phi_i = T_{ij1} \wedge \dots \wedge T_{ijm};$$

в) умова, що перевіряється на наборі таблиць,

$$\Psi_{\text{запуск}} = \Phi_{i1} \wedge \dots \wedge \Phi_{ik}$$

Час Δ реалізації задачі може бути виражено одним з наступних способів:

- чисельною константою;
- випадковою величиною, рівномірно розподіленою на заданому інтервалі (значення визначається датчиком випадкових чисел);
- величиною, що обчислюється за допомогою заданого алгоритму на основі вхідних (вихідних) таблиць операції.

Умова завершення реалізації задачі визначається витіканням часу Δ чи умовою $\Psi_{\text{завершення}}$, подібним $\Psi_{\text{запуск}}$

Алгоритм корекції заповнення таблиць найчастіше виражається набором обумовлених дій:

ЯКЩО <виконання умови> ТО <виконання дії>.

Умова виконання ситуаційного рішення виражається подібно умові початку реалізації задачі. Дією може бути будь-яка процедура над вхідними (вихідними) таблицями, що виконується в початковий або кінцевий момент

задачі. Якщо ситуаційне рішення виробляється при будь-якій реалізованій задачі, то умова опускається.

Проілюструємо викладене на прикладі опису реалізації фактичної задачі t_1 в графі на рис. 3.1. Умова початку реалізації задачі t_1 виражається предикатом

$$\Psi_{\text{запуску}}^{f_1} = (v_{3.1} < v_{2.3}) \wedge (v_{3.2} < v_{3.2 \max}), \quad (3.3)$$

де $v_{3.2 \max}$ — максимально припустимі часові витрати.

Вираз (3.3) означає, що для запуску операції t_1 відділ фінансування $v_{2.3}$ має необхідні для цього гроші і плановані витрати часу $v_{3.2}$ не перевищують припустимих значень.

Час Δ_1 виконання t_1 - випадкова величина, що обчислюється за формулою:

$$\Delta_1 = \lambda[v_{3.2 \min}, v_{3.2 \max}], \quad (3.4)$$

де λ - функція випадкового вибору на інтервалі часових витрат.

Умова завершення t_1 виражається у вигляді

$$\Psi_{\text{заверш}}^{f_1} = (v = v_{\text{поч}} + \Delta_1), \quad (3.5)$$

де $v, v_{\text{поч}}$ - відповідно поточний і початковий моменти реалізації задачі t_1 ($v, v_{\text{поч}} \in \Theta$, (3.3)).

Дії, що виконуються на початку реалізації задачі f_1 , полягають у визначенні фінансових витрат ω_1 на реалізацію задачі як випадкової величини на інтервалі $[v_{3.1 \min}, v_{3.1 \max}]$

$$\omega_1 = \lambda[v_{3.1 \min}, v_{3.1 \max}] \quad (3.6)$$

і в обчисленні залишкової суми у фонді $v_{2.3}$

$$v_{2.3} = v_{2.3} - \omega_1 \quad (3.7)$$

Дії, умовно віднесені до кінцевого моменту задачі, полягають у заповненні таблиці і виконуються особою, що проводить моделювання (ОПМ).

Прогнозована задача дозволяє оцінити динаміку параметрів системи на інтервалі прогнозування, що містить визначене число h часових одиниць (днів, тижнів, місяців і т.д.) з відліком від початкового моменту $\nu_{\text{поч}}$.

Вхідними для прогнозованої задачі служать таблиця початкових значень параметрів, експертна матриця взаємозв'язку (кореляції) параметрів [5] і таблиця часових характеристик системи. Вихідною є таблиця з $h + 1$ стовпцями, що відповідають моментам $\nu = 0, 1, \dots, h$. В стовпці вносяться прогнозовані значення параметрів системи протягом всього інтервалу прогнозування.

Реалізація моделі системи являє собою набір блоків, описуваних фрагментами табличного прографа. Усі блоки працюють паралельно: у будь-який момент на інтервалі моделювання системи блок або виконує відповідну задачу, або знаходиться в стані чекання умови запуску.

Алгоритм імітаційного моделювання блоку складається з наступних кроків

1. Для i -го блоку ($i = 1, \dots, n$) перевірити умову $\Psi_{\text{запуску}}^{f_i}$. Якщо вона виконується, то перейти до кроку 2, інакше очікувати виконання.
2. Виконати дії над таблицями, віднесені до початкового моменту операції t_i , і запустити відлік часу Δ_i виконання t_i . Перейти до кроку 3.
3. Очікувати виконання умови $\Psi_{\text{авершення}}^{f_i}$. Якщо воно виконується, те перейти до кроку 4.
4. Виконати дії над таблицями, віднесені до кінцевого моменту задачі t_i .

Перейти до кроку 1.

Результати моделювання представимо у вигляді діаграми синхронізації, де відображено динаміку атрибутів об'єктів (ресурсів) при конвеєрному проходженні через систему потоків об'єктів - замовлень, проектів, грошових сум і т.д. Мова йде про ті атрибути таблиць - параметрах системи, що мають кількісну міру.

Приклад діаграми синхронізації для параметру $\nu_{2,3}$ "відділ аналітики" зображено на рис.3.3.

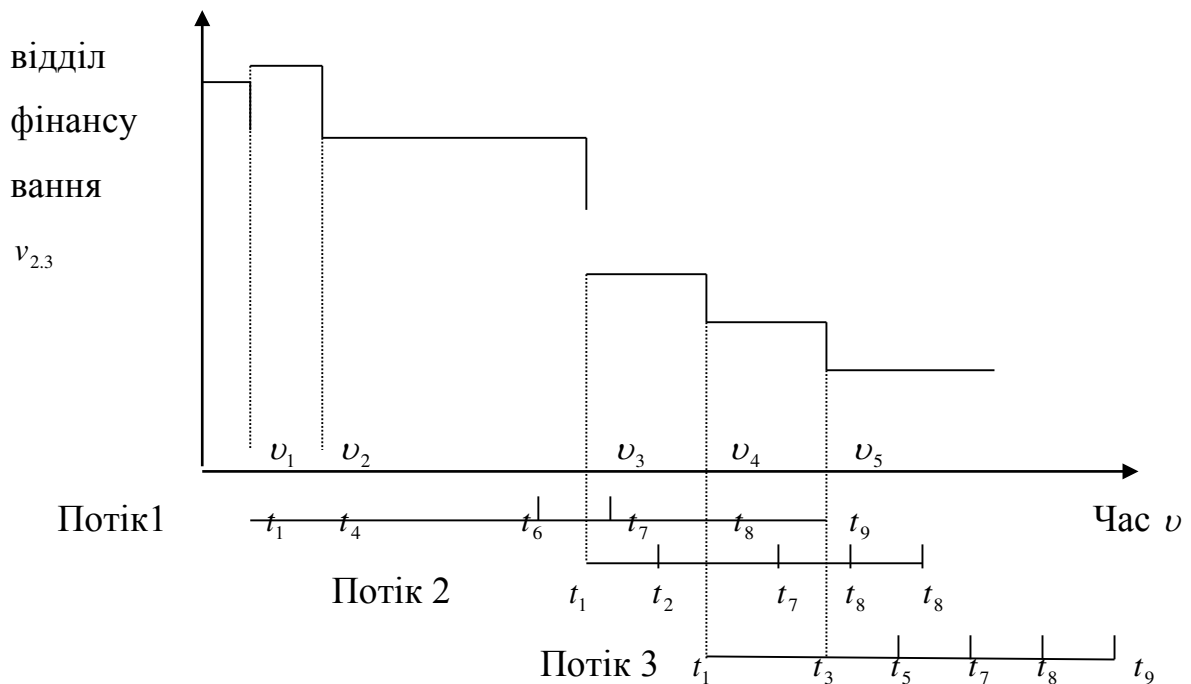


Рисунок 3.3 - Приклад діаграми синхронізації

Діаграма синхронізації складається з графіка в системі координат "час - параметр" і набору потоково-об'єктних шкал, розміщених під графіком паралельно осі часу. Кожна така шкала відповідає потоку об'єктів, переданих від входу до виходу системи згідно визначеного маршруту, що характеризується ланцюжком переходів на графі сценарію ситуаційного управління. Серед переходів маршруту виділяються результативні переходи, у момент спрацювання яких (настання подій) змінюється значення параметра. Результативні переходи на потоково-об'єктних шкалах зображуються жирними крапками і проєктуються на вісь часу у вигляді моментів v_1, \dots, v_m . Значення ординат графіка для зазначених моментів $v_i, i=1, \dots, m$, визначаються в ході імітаційного моделювання на основі графа цільового сценарію ситуаційного управління проєктом.

У прикладі на рис. 3.3 потоки відповідають обраним на основі прогнозування ситуаційним рішенням. Потік 1, переміщуваний по маршруту $f_1 f_4 f_6 f_7 f_8 f_9$, відповідає ситуаційному рішення розробка на основі компонентів (Component-

Based Development - CBD). Результативні в ньому переходи f_1 і f_4 , тому що в моменти їхнього спрацьовування з фінансового відділу $v_{2,3}$ запозичаються грошові суми на фінансування задач $t_2 t_4 t_5$, інші задачі з фонду $v_{2,3}$ не фінансуються.

Під час виконання в потоці 1 задачі t_6 , паралельно запускається потік 2, що переміщується згідно маршруту $f_1 f_2 f_7 f_8 f_9$, де результативний тільки перехід f_1 . Потік 2 реалізує ситуаційне рішення "продовжувати роботу в умовах, створених раніше".

Далі, паралельно з потоками 1 і 2 запускається потік 3, що відповідає стратегії реалізація проєкту на основі застосування фреймворку Scrum (маршрут $f_1 f_3 f_5 f_7 f_8 f_9$, результативні переходи f_1 і f_3).

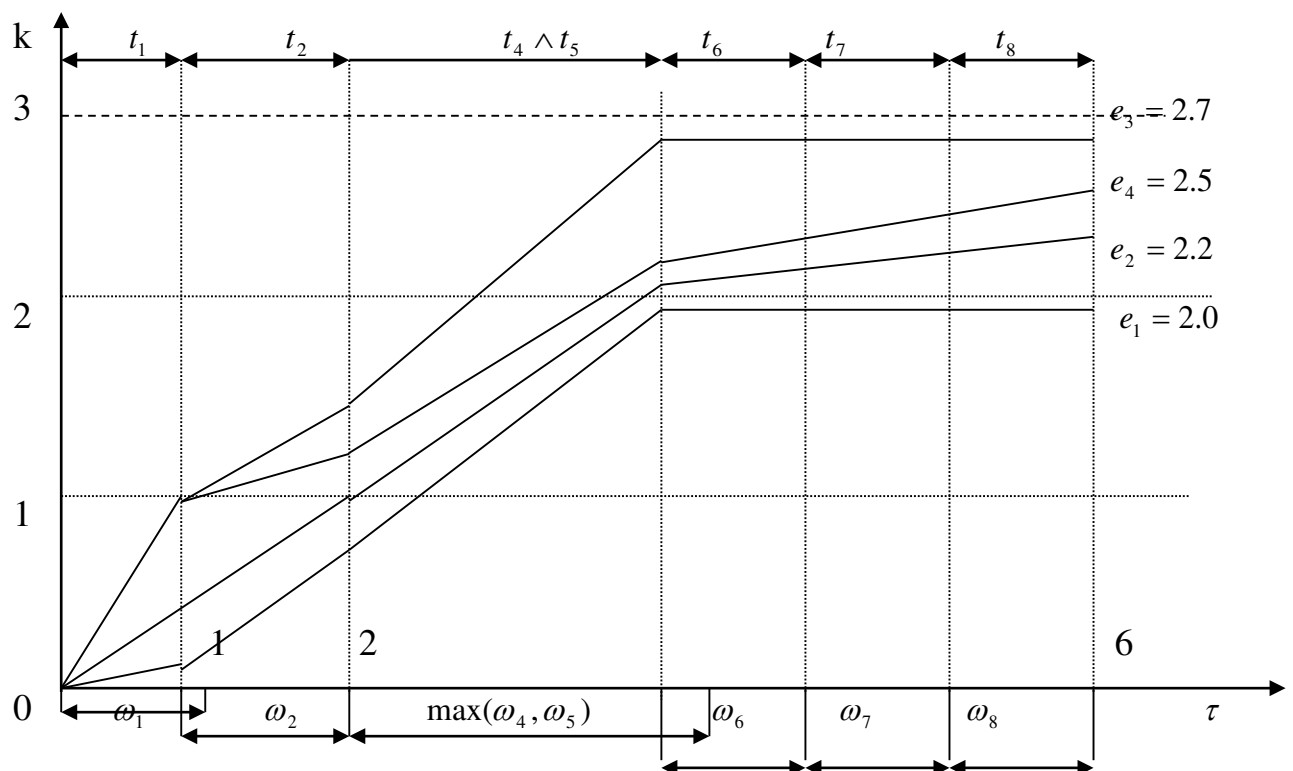


Рисунок 3.4 -Часові графіки критеріїв ефективності

Результати імітаційного моделювання цільового сценарію ситуаційного управління проєктами представляються у вигляді часових графіків критеріїв

ефективності, що отримані згідно графу операцій (рис 3.1) і таблиці подій переходів (табл. 3.6).

Проведене імітаційне моделювання ситуаційного управління проєктами показує, що при прийнятих величинах параметрів задач критерії ефективності e_1, e_2, e_3, e_4 приймають кінцеві значення 2, 2.2, 2.7, 2.5, які можна порівняти з оціненими 2, 2, 2, 3.

Отримані результати імітаційного моделювання свідчать про те що, ефективність ІТ проєкту підвищилась за рахунок підвищення продуктивності команди ІТ проєкту, що поліпшило якість і швидкість виконання задач, адекватного розподілу ресурсів та встановлення реалістичних термінів реалізації проєкту, оптимізації процесів та покращенні комунікації в команді, покращення якості роботи, зменшення кількості помилок і полегшення впровадження змін.

Застосований підхід імітаційного моделювання забезпечив можливості абстрагувати різні компоненти системи та їх взаємодію для досягнення конкретних цілей чи підцілей. Аналіз імітаційного моделювання на основі подій та задач дозволив оптимізувати процеси та ресурси для досягнення кращих результатів управління.

3.2. Метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності

В процесі управління проєктами, зокрема в галузі інформаційних технологій, необхідно забезпечити гнучкість реалізації задач, зокрема процесів розробки програмного продукту, адаптації до внутрішніх та зовнішніх факторів, виходячи з того, що як зовнішнє середовище та оточення, так і умови реалізації проєкту безпосередньо будуть змінюватися. Однак у більшості випадків досить важко передбачити, як відбуватимуться ці зміни та як вплинуть на загальну ефективність проєкту. Тому постає задача пошуку та прийняття рішень в умовах швидких змін, що забезпечить швидке реагування на кризові ситуації та можливості адаптації стратегії проєкту з урахуванням нових умов, а також

надасть можливості спростити процес прийняття рішень, роблячи його більш систематичним та об'єктивним.

Метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності в конкретній ситуації є аналітичним підходом, який використовується для оцінки та порівняння альтернативних варіантів рішень у контексті конкретної ситуації. Основна ідея полягає в тому, щоб використовувати індекс ефективності для оцінки різних альтернативних рішень та вибирати той варіант, який має найвищий індекс у конкретній ситуації. Це забезпечить можливості врахувати різні аспекти альтернатив та допомагає приймати обґрунтовані рішення.

Запропонований метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності, у відповідності до досліджень, що виконано в п.2.1 – 2.3, та імітаційної моделі пункту 3.1 складається з наступних процедур.

Процедура 1. Визначення критеріїв ефективності. Перш за все необхідно визначити критерії ефективності проекту, які є ключовими для кожної ситуації. Дана процедура включає ідентифікацію ключових критеріїв, які визначають успіх проекту в конкретних умовах, а також створення списку параметрів, які можуть бути виміряні та оцінені. У відповідності до моделі ситуації (2.1) такими критеріями є IT Project Team Productivity, Task Completion Rate, Velocity, Definition of ready.

Для отримання значень критеріїв ефективності проекту, що можуть бути використані в різних ситуаціях, розроблено алгоритм, що реалізує математичну модель, описану в пункті 1 другого розділу.

Алгоритм розрахунку критеріїв оцінки ефективності проекту в ситуації.

1. Початок.

2. Ідентифікація параметрів, які впливають на ефективність команди:

- Визначення кількості задач та їх переліку в Product Backlog;
- Формування матриці відповідальності проекту, згідно ситуативного фактору впливу F ресурсу на задачу;
- Встановлення конкретних цілей та завдань для команди відповідно до обсягу та специфікацій проекту.

3. Збір даних щодо часу, який команда витрачає на виконання різних задач.
4. Оцінка обсягів робіт, враховуючи виконані задачі та їх складність.
5. Визначення стандартів якості для проєкту.
6. Проведення тестування та аудиту коду, якщо це застосовується.
7. Розрахунок витрат часу, грошей та інших ресурсів, витрачених на проєкт.
8. Формування вагових коефіцієнтів до метрик залежно від їх важливості.
9. Оцінка відповідності команди Definition of Ready для ітераційного планування та початку спринта:

- Якщо Definition of Ready виконано, то перейти до наступного кроку, інакше перейти до 4.

10. Розрахунок загального показника продуктивності команди.

11. Кінець.

Процедура 2. Ситуаційне прийняття рішення на основі індексу ефективності. На основі моделей пункту 1- 3 другого розділу, пропонуються наступні алгоритми:

- алгоритм ідентифікації ситуації на основі визначених критеріїв ефективності та ситуативних факторів;
- алгоритм оцінки ситуації та формування ситуаційних рішень проєкту;
- алгоритм вибору оптимального набору рішень для ситуації.

За допомогою першого алгоритму отримуються значення критеріїв ефективності, що визначають ситуацію. За допомогою другого алгоритму виконується оцінювання ситуації та формування відповідних управлінських рішень для часового інтервалу. За допомогою останнього алгоритму отримується оптимальний набір рішень, що підвищує ефективність проєкту в ситуації.

Алгоритм ідентифікації ситуації.

1. Початок.
2. Визначити значення показників показників ефективності.
3. Визначити значення ситуативних факторів впливу ресурсів на задачі (Tasks), що складають Product backlog, Sprint backlog.
4. Ввести планові(очікувані) значення показників ефективності.

5. Порівняняти реальні значення Velocity, Definition of Ready та інших метрик з планованими чи очікуваними значеннями.
6. Оцінити визначені ситуативні фактори із залученням експертів.
7. Визначити відхилення реальних значень показників ефективності від планових (очікуваних) значень.
8. ЯКЩО “Результати не визначені”, ТО перейти до пункту 2.
9. Кінець.

Алгоритм оцінювання ситуації та формування ситуаційних рішень проєкту

1. Початок.
2. Отримати початкові дані на основі алгоритму ідентифікації ситуації.
3. Ввести значення n – кількість ситуаційних цілей.
4. $i=1$.
5. Сформувати першу ситуаційну ціль.
6. Визначити альтернативні ситуаційні рішення по виконанню ситуаційної цілі.
7. Описати ситуацію на основі алгоритму ідентифікації ситуації, що відображають результати рішень.
8. $i = i + 1$.
9. ЯКЩО $i = n$, то перейти до пункту 10, інакше перейти до пункту 6.
10. Кінець.

Алгоритм вибору оптимального ситуаційного рішення проєкту.

1. Початок.
2. Визначити ситуаційні цілі проєкту.
3. Визначити альтернативи ситуаційних рішень проєкту.
4. Визначити індекс ефективності $W(S_i)$ рішень для ситуації S_i .

5. Порівняти індекси ефективності для різних альтернативних рішень.
6. Вибрати ситуаційне рішення, що відповідає максимальному значенню індексу.
7. Записати рішення в БЗ.
8. Кінець.

UML діаграма методу прийняття рішення на основі індексу ефективності ситуаційного рішення наведена в Додатку А.

Метод прийняття рішення на основі індексу ефективності ситуаційного рішення має наступні обмеження:

1. Деяку обмеженість даним. В даному методі варто врахувати залежність від якості та достовірності вхідних даних, а також можливу недостатність інформації для врахування всіх аспектів ситуації.

2. Можливе спрощення моделі, що характеризується наявністю або відсутністю припущень, що може впливати на точність моделі. Таке спрощення моделі для забезпечення обчислювальної ефективності може призвести до втрати точності.

3. Стійкість до змін. Даний метод може бути чутливим до змін у вихідних даних або параметрах.

4. Неурахування нестандартних ситуацій. Може бути важко або неможливо врахувати нестандартні ситуації або нові обставини.

5. Взаємозв'язки та невизначеність. Складно врахувати взаємозв'язки між різними факторами та невизначеність в ситуації.

6. Етичні та соціальні аспекти. Запропонований метод може ігнорувати етичні аспекти або не враховувати соціальні наслідки рішень.

7. Обмеження ресурсів. Обчислювальні обмеження можуть впливати на можливість застосування складних моделей.

Експертні методи забезпечують отримання інформації в ситуаціях, коли маємо інформацію якісного характеру і застосування інших методів неможливо. Однак застосування експертних методів залежить від компетентності експертів та способів експертного опитування, що також є обмеженням даного

дослідження. Вирішення даної проблеми можливе за рахунок вдосконалення процедури підбору експертів та проведення експертного опитування. Застосування статистичних методів, як альтернативи експертним методам, забезпечить отримання експериментальних даних, однак не надасть можливості врахування інформації якісного характеру.

Запропонований метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності може бути достатньо чутливими до якості та точності вхідних даних. Неправильні чи неповні дані можуть призвести до неточних результатів. Тому, з метою уникнення таких проблем в процесі розрахунків, пропонується вираження та оцінка ситуаційних чи нечітких концепцій за допомогою мови та бальних значень. Вона дозволяє враховувати неоднозначність та розмитість в оцінці ситуаційних умов чи параметрів. Введення лінгвістично-бальної шкали значень ситуативних факторів сприятиме вираженню ступеня важливості, інтенсивності, частоти чи інших характеристик ситуаційних факторів.

В процесі розробки запропонованого методу ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах, зокрема і в галузі інформаційних технологій, що ґрунтується на комбінованому застосуванні формалізованих, інтелектуальних та експертних методів, було встановлено ряд суттєвих переваг:

- обґрунтоване скорочення кількості залучених критеріїв ефективності проєкту забезпечує можливість отримання узагальненої інформації про ефективність проєкту в конкретній ситуації, не виходячи за рамки психологічних можливостей експертів;
- застосування принципово нових методів та підходів, в тому числі інтелектуальних, як до виробітку ситуаційних рішень, так і в оперативному управлінні проєктами, що впливають на результати;
- застосування нових методів аналізу, зберігання та надання різноманітної проєктно-технологічної та організаційно-управлінської інформації, що відповідає складності зовнішнього та внутрішнього середовищ;
- застосування принципово нових моделей прийняття рішень по

формуванню оптимального інформаційного образу ситуаційних рішень;

- застосування принципово нових моделей функціонування та раціонального розподілу інвестиційних потоків в процесі реалізації проєктів, зокрема в галузі інформаційних технологій;

- розробка нових інформаційних технологій, в тому числі інтелектуальних, що дають змогу вирішення задач ідентифікації, прогнозування, оптимізації та управління як проєктами загалом, так і зокрема в галузі інформаційних технологій.

Метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах забезпечує оперативне прийняття управлінських рішень проєктах, зокрема і в галузі інформаційних технологій, що реалізуються на основі Scrum. Результатом застосування даного методу є підвищення ефективності ІТ проєкту за рахунок підвищення продуктивності командної роботи, зменшення часу реалізації ІТ проєкту, перевитрати ресурсів та втрат в проєкті, уникнення конфліктних ситуацій. Запропонована процедура прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах покладена в основу інформаційної технології управління ІТ проєктом та відповідної системи підтримки прийняття рішення. Інформаційна технологія управління ІТ проєктом забезпечить можливості збору, збереження, редагування, обробки, представлення та розповсюдження інформації про стан реалізації ІТ проєкту та його ефективність усім зацікавленим сторонам.

3.3. Формування інформаційних потоків ситуаційного управління проєктами

Ефективне управління складними в організаційно-технологічному відношенні проєктами, зокрема в галузі інформаційних технологій, в умовах різкої зміни обставин вимагає впровадження нових інформаційних технологій і кардинального поліпшення інформаційного забезпечення управлінської діяльності.

Основними способами ефективного управління проєктом є оптимізація методів і стратегій для досягнення поставлених цілей в області бюджету, часу, якості та інших аспектів проєкту, зниження перевитрати та втрат ресурсів, збільшення вірогідності і швидкості одержання інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень.

Підвищення рівня управління проєктом досягається внаслідок [6]:

- оперативного надходження повної і достовірної інформації про реалізацію проєкту та проєктну діяльність; скорочення часу прийняття рішення в проєктних ситуаціях;
- ефективного інформаційного зв'язку між системами управління проєктом;
- забезпечення ефективного обміну інформацією між членами команди, зацікавленими сторонами та всіма учасниками проєкту;
- створення ефективної команди з відповідальними та кваліфікованими членами. Чітке делегування завдань та повноважень сприяє розподілу відповідальності та підтримує розвиток команди;
- систематична оцінка якості виконання робіт та результатів проєкту;
- ефективне впровадження змін в рамках проєкту, включаючи контроль за змінами в вимогах та ресурсах.

Ефективність проєкту збільшується за рахунок [7]:

- скорочення витрат і втрат у проєкті;
- підвищення ефективності прийняття оптимальних рішень і продуктивності проєктної команди.

Згідно запропонованої концепції інформаційна технологія ситуаційного управління проєктами визначається, з одного боку, як складова частина загальної інтегрованої системи управління проєктом, а з іншого боку — як сукупність формальних математичних і інформаційних моделей, методів і програмних комплексів, що реалізують в інтерактивному режимі функції інформаційного обслуговування менеджменту проєкту та членів проєктної команди при підготовці і прийнятті формалізованих і неформалізованих

управлінських рішень.

Для обґрунтування структури і конструктивних особливостей інформаційної технології ситуаційного управління проєктами необхідно сформулювати ряд вимог [8]:

- використання децентралізованих засобів, методів збору, попередньої обробки інформації і проблемно-орієнтованих комплексів автоматизованих робочих місць;
- автоматизація всіх етапів життєвого циклу управління проєктом: цілевиявлення, вироблення рішення, організації виконання, контролю з використанням гнучких імітаційних моделей і діалогових алгоритмів прийняття управлінських рішень;
- створення єдиної інформаційної моделі об'єкта і системи управління, що містить сукупність необхідних і достатніх даних для забезпечення інформаційних потреб всіх етапів моделювання управлінських рішень, а також включає необхідні процедури обробки і логічного висновку;
- технологічне «убудовування» інформаційних систем у процеси підготовки і прийняття рішень, синхронність роботи інформаційних систем з реальними процесами управління;
- обробка великих обсягів інформації в регламентному і довільному режимах, можливість інтеграції інформації з функціональних служб і рівнів управління, оформлення результатів обробки у формі, зручної для сприйняття;
- комплексне виконання всіх етапів обробки інформації, починаючи від її виникнення (одержання), збору, передачі, обробки, відображення, збереження і знищення.

Формування інформаційних потоків ситуаційного управління проєктами реалізується за функціональним принципом та представлено на рис.3.5. Це дозволяє організувати виконання вище наведених задач. В рамках запропонованої інформаційної технології взаємодіють експерти, користувачі. Реалізується інформаційний доступ до функціонуючих систем управління

проектом, що дозволяє за допомогою блоку визначення проблемних ситуацій визначати характеристики стану проекту.

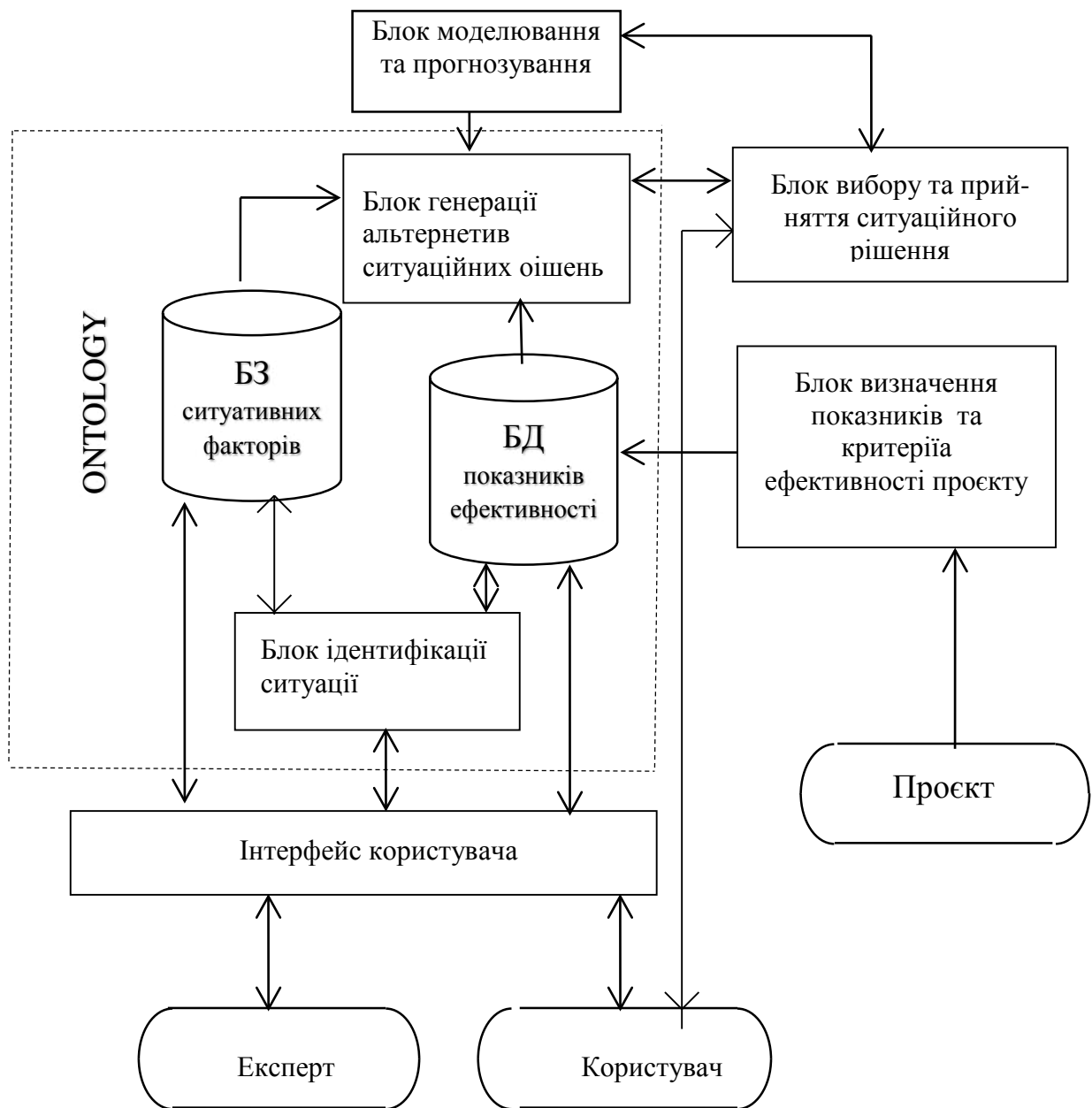


Рисунок 3.5 – Структурна схема інформаційних потоків ситуаційного управління проектами

Підсистема спілкування здійснює організацію обробки інформації, що надходить або передається експертам та користувачам. Ця підсистема дозволяє організувати взаємодію “людина-машина” на мові професійної лексики, що

досягається засобами розробки сценаріїв діалогу та організацією зв'язку між сценаріями та областю інформаційних запитів.

База даних про показники та критерії ефективності проєкту забезпечує можливість для представлення як структурованих, так і неструктурованих даних проєкту. Блок ідентифікації ситуацій на основі введеної інформації, а також інформації, що зберігається в базах даних, забезпечує можливість отримання інформації про ситуацію.

База знань про ситуативні фактори представлена у вигляді продукційних правил ЯКЩО – ТО. Дана модель продукції найкраще відбиває процедурний характер знань. Продукційне правило визначає шлях (певний набір дозволених перетворень), які дають змогу виконувати перехід від початкового стану до кінцевого розв'язку даної задачі. Поточний стан відбивається за допомогою фактів, які фіксуються в базі даних.

В основі блоку ідентифікації ситуації онтологічна модель, що складається з набору ланцюжків вигляду: концепт – відносини – властивості – правила та обмеження – контекст – агенти та взаємодія [8]:

$$S^i = \langle K, W, H, J, Q, A \rangle, \quad \text{де} \quad (3.9)$$

K – концепції: Проєкт (Project); Задачі (Task); Ресурс (Resource).

W – відносини: • Має завдання (hasTask) – відношення між проєктом та задачами, що вказує, які задачі входять у склад проєкту.

• Виконує (performs) – відношення між учасниками проєкту та задачами, яке вказує, хто виконує конкретну задачу.

• Використовує (utilizes) – відношення між задачею та ресурсами, яке вказує, які ресурси використовуються для виконання задачі.

H Властивості:

• Тривалість завдання (TaskDuration) – властивість, яка вказує на час, необхідний для виконання задачі.

• Ризики (Risks) – властивість, що вказує на можливі ризики, пов'язані з кожним завданням чи проєктом.

J – Правила та обмеження: • задача не може бути виконано, якщо відповідальний виконавець відсутній;

• ресурси мають бути розподілені таким чином, щоб максимізувати продуктивність та мінімізувати конфлікти.

Q – Контекст:

• терміни (Deadlines) – контекст, який визначає терміни виконання задач та проекту;

• вартість (Cost) – контекст, який визначає фінансові обмеження проекту.

A – Агенти та взаємодія: • менеджер проекту (ProjectManager – агент, який відповідає за управління проектом та прийняття стратегічних рішень;

• команда (Team) – агенти, які відповідають за виконання конкретних завдань.

В основі блоку генерації альтернативних ситуаційних рішень операторна модель ситуаційного рішення, що дозволяє описати рішення як набір ланцюжків, включаючи вхідні дані, оператори, внутрішні змінні та параметри, та може бути представлена у вигляді кортежу:

$$R^i = \langle Y, A_1, \dots, A_n, Y_1, \dots, Y_n, H \rangle, \text{ де} \quad (3.10)$$

Y – множина вхідних даних, які служать основою для прийняття рішення.

A_1, \dots, A_n – множина операторів, які представляють різні дії чи діагностичні процедури, що можуть бути використані для обробки вхідних даних та прийняття рішень; Y_1, \dots, Y_n – множина внутрішніх змінних, які можуть змінюватися під час аналізу та прийняття рішень; H – множина параметрів, що визначають умови, контекст і особливості ситуації, яку слід вирішити.

Ця модель дозволяє систематизувати елементи, які визначають прийняття рішень у ситуативному контексті та визначає логіку, за якою вони з'єднуються у ланцюжки для прийняття комплексних рішень відповідно до поточної ситуації.

Представлення ситуативного рішення у вигляді (3.10) забезпечує можливості аналізу кожного ситуативного рішення на наявність спільних ознак або частин, що зменшить час на генерацію нових ситуативних рішень за рахунок

використання однакових операторів. Алгоритм генерації ситуативного рішення представлено на рис 3.6.

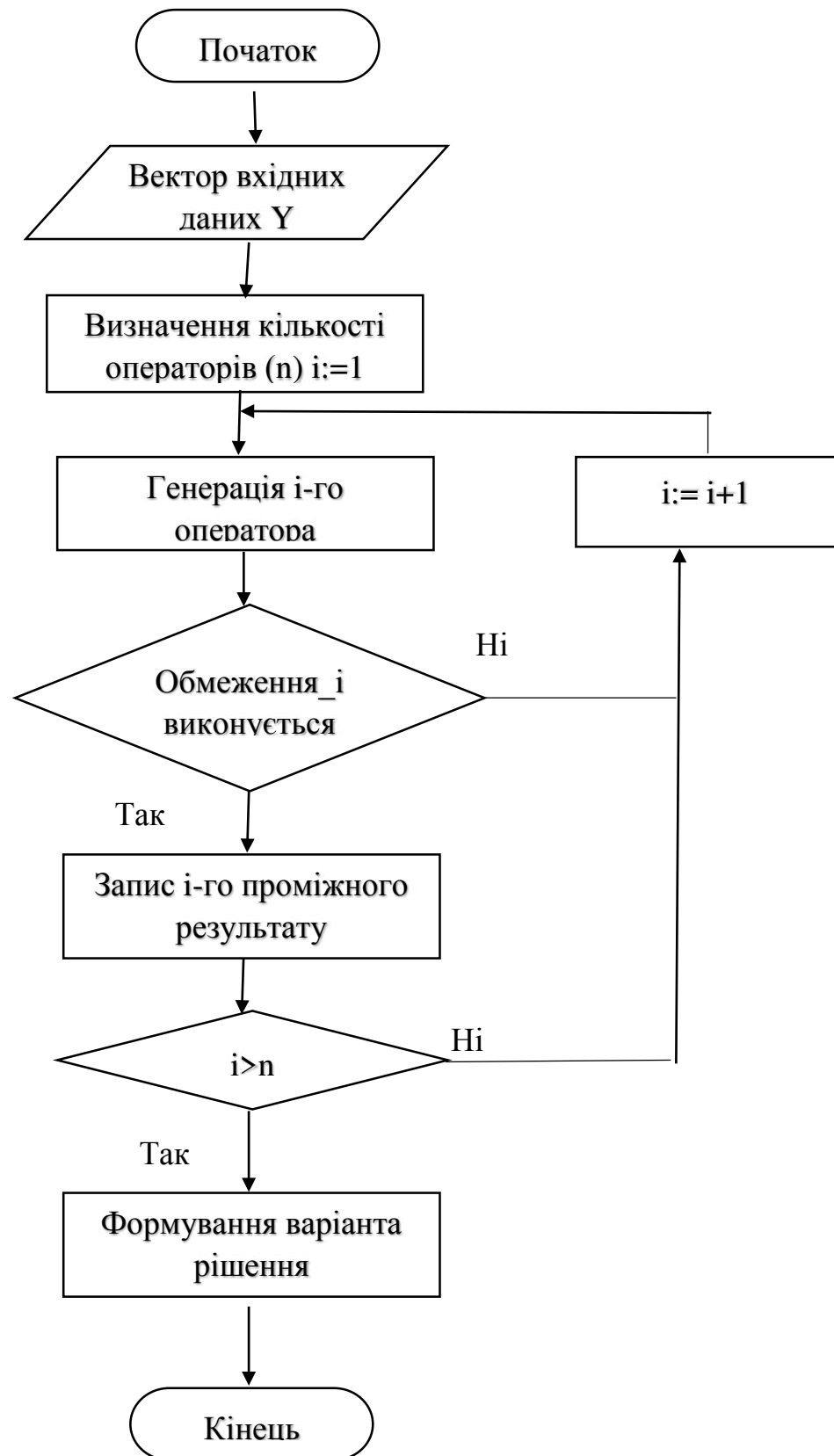


Рисунок 3. 6 - Алгоритм генерації ситуаційного рішення

Блок генерації ситуаційних рішень генерує варіанти ситуаційних рішень, а також інформацію із баз даних та баз знань. Блок генерації ситуаційних рішень забезпечує автоматичну генерацію різних варіантів рішень на основі заданих параметрів, вхідних даних та обмежень. Це може включати в себе використання алгоритмів прийняття рішень, експертних систем, інтелектуального аналізу даних та інших методів. Блок генерації може звертатися до баз даних для отримання актуальної інформації про поточний стан системи, ресурсів, статистики та інших важливих даних. Бази знань можуть містити правила, експертні знання, інструкції та інші відомості, які можуть бути використані для генерації рішень. Система може взаємодіяти з базами знань, щоб забезпечити контекстуальні та інформаційні ресурси.

Згенеровані варіанти рішень досліджуються та аналізуються з точки зору їх можливих впливів та наслідків. Моделювання може включати в себе сценарійний аналіз, аналіз чутливості та інші методи. Система може використовувати прогнози, отримані з аналізу даних, для оцінки та порівняння варіантів рішень в контексті майбутніх подій. У разі потреби блок моделювання та прогнозування може звертатися до баз даних чи баз знань для отримання додаткової або оновленої інформації.

Загальна мета цього процесу - надати засоби для ефективного аналізу та вибору оптимального ситуаційного рішення, враховуючи доступні дані та знання. Використання баз даних і баз знань в даній технології допомагає враховувати актуальну інформацію та експертні знання під час генерації та аналізу рішень.

Крім того наявність комплексу програмних засобів ситуаційного управління проектом забезпечує моніторинг та контроль за реалізацією обраного рішення. Незважаючи на істотно різні моделі впровадження технології, у кожному з проектів у тому чи іншому ступені виявлялася необхідність в оперативному наданні техніко-економічних даних, одержуваних з автоматизованих систем для забезпечення автоматизації частини процесу прийняття рішень з метою зменшення людського втручання та підвищення ефективності.

3.4. Висновки до розділу 3

1. Проведено імітаційне моделювання ситуаційного управління проєктами на основі цільового сценарію, що виражається графом задач і відображає відношення між цілями, задачами, переходами та є основою методу ситуаційного прийняття рішення. Результати моделювання представлено на основі діаграми синхронізації.

2. Розроблено метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах, що забезпечує оперативне прийняття управлінських рішень в проєктах, зокрема і в галузі інформаційних технологій, що реалізуються на основі Scrum.

3. На основі концепції ІТ ситуаційного управління проєктом досліджено формування інформаційних потоків ситуаційного управління проєктами, що інтегруються в загальну систему управління проєктом в якості інтелектуальної підсистеми підтримки та прийняття рішень.

Список використаних джерел до розділу 3

1. Prokopenko, T.A., Zyelyk, Ya.L. Complex method of strategic decision-making in management of technological complexes of continuous type. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2017. V. 49. P.71 -79

2. Saaty, Thomas L. Mathematical Principles of Decision Making (Principia Mathematica Decernendi) Pittsburgh: RWS. 2009. 513p. ISBN 1-888603-10-0.

3. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст] монографія. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г. 2015. 224 с.

4. OMG OMG Unified Modeling Language (OMG UML). Superstructure. 2011. V2.4.1. p. 546.

5. Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems 1st Edition by Fred Robert . Pearson. 1976. 560 p.

6. Підкуйко О.І. Інформаційна технологія ситуаційного управління проєктами. *VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»* 26-27 листопада 2020 року Черкаси-Харків-Баку-Бельсько-Бяла. С.103.

7. Прокопенко Т. О., Підкуйко О. І. АНАЛІЗ СИТУАЦІЙ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ//Збірник тез доповідей Міжнар. наук.-практич. конфер. «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій» (9 груд. 2022 р., м. Черкаси) [Електронний ресурс] / упоряд. : Т. О. Прокопенко, Я. В. Тарасенко. М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ. 2022. С. 27

8. Development of the concept of building project management systems in the context of digital transformation of project-oriented companies. Iurii Teslia, Iulia Khlevna, Oleksii Yehorchenkov, Tatiana Latysheva, Oleg Grigor, Yuriy Tryus, Tetiana Prokopenko, Yevheniia Kataieva, Nataliia Yehorchenkova, Andrii Khlevnyi. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. December 2022. 6(3 (120)). 14-25

9. Підкуйко О.І. Особливості моделювання ситуаційного управління проєктами на основі онтологічного інжинірингу// *Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 26 листопада 2021. [Електронний ресурс] – К: НУХТ. 2021. С.189.

РОЗДІЛ 4

ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Програмно-інформаційне забезпечення інформаційної технології ситуаційного управління проєктами

Для вирішення питання підвищення ефективності управління проєктами запропоновано інформаційну технологію ситуаційного управління проєктами на основі онтологій, яка забезпечує можливості оперативної оцінки ефективності проєкту та підтримку прийняття управлінських рішень в ситуаціях. Для проєктного менеджменту, що реалізуються зокрема в галузі інформаційних технологій на основі застосування Scrum, такий підхід має безперечні переваги, тому що:

- ✓ це дає змогу гнучко реагувати на зміни вимог та пріоритетів, що є важливим у динамічному середовищі розробки;
- ✓ оперативно оцінювати прогрес і вносити корективи в кожній ітерації;
- ✓ проводити оперативну оцінку ефективності проєкту;
- ✓ вести ефективне управління проєктом та забезпечувати дотримання часових рамок.

У відповідності до концепції ІТ ситуаційного управління проєктами, основні типи даних, які використовуються в запропонованій інформаційній технології, включають наступні:

1. Інформація про проєкт:

- Опис проєкту, його мети та завдання.
- Ресурси, необхідні для виконання проєкту (люди, обладнання, матеріали).
- Терміни та графік задач.

2. Виконавці та команди:

- Інформація про учасників проєкту, їх ролі та компетенції.

- Зв'язки між учасниками проєкту (наприклад, проєктний менеджер, проєктна команда, консультанти).

3. Задачі:

- Розподіл задач між учасниками проєкту.
- Статус виконання задачі.
- Залежності між задачами та їх взаємозв'язок.

4. Ситуаційна інформація:

- Детальна інформація про поточний стан проєкту.
- Зміни у графіку задач та розподіл ресурсів.
- Інформація про виникаючі проблеми та їх вирішення.

5. Фінансова інформація:

- Бюджет проєкту та його витрати.
- Витрати на ресурси, матеріали та послуги.

6. Звіти та аналізи:

- Звіти про прогрес виконання проєкту.
- Аналітичні дані про результати робіт та ефективність.

7. Повідомлення та комунікації:

- Засоби комунікації для оперативного обміну інформацією.
- Автоматичні повідомлення про важливі події та зміни.
- Інструкції та правила, які дотримуються в рамках проєкту.

8. Динамічні зміни в команді:

- Змінив складі команди та ролі учасників проєкту.
- Інформація про нових учасників та їх компетенції.

Ці дані можуть бути представлені за допомогою онтологій, які визначають терміни, взаємозв'язки та правила для розуміння інформації в контексті управління проєктом. Онтології допомагають створити єдиний інтегрований погляд на дані, що полегшує аналіз та прийняття рішень.

Згідно концепції ІТ ситуаційного управління проєктами, інформаційно-довідкова система управління проєктом, що є складовою технології, має на меті забезпечити доступ до різноманітної інформації, яка допомагає учасникам

проєкту приймати обґрунтовані рішення та ефективно виконувати свої обов'язки. Основні складові інформаційно-довідкової системи управління проєктом можуть включати:

1. Довідкові матеріали та Інструкції:

- Опис проєкту та його цілей.
- Інструкції з використання різних інструментів та платформ.

2. Документація проєкту:

- Збережена інформація про концепцію, планування та виконання проєкту.
- Документи, пов'язані з управлінням ризиками, графіком робіт, бюджетом та іншими аспектами.

3. Ресурси для Вивчення:

- Навчальні матеріали та ресурси для засвоєння нових навичок.
- Список рекомендованої літератури та онлайн-курсів.

3. Звіти та Аналітика:

- Звіти про прогрес та аналітична інформація для прийняття рішень.
- Аналіз ефективності та результатів виконання завдань.

4. Керівництво та Спілкування:

- Контактна інформація для членів команди та керівництва проєкту.
- Засоби комунікації, такі як форуми, чати або електронна пошта.

5. Відомості про Учасників:

- Профілі учасників проєкту, їх ролі та компетенції.
- Історія участі в інших проєктах та досягнень.

6. Історія та Архів:

- Архівна інформація про попередні проєкти та їхні результати.
- Історія змін та вирішених проблем.

7. Інтеграція з Іншими ІТ-системами:

- Можливість інтеграції з іншими інструментами для управління проектом, такими як системи трекінгу завдань, електронні дошки та інші.

Інформаційно-довідкова система повинна бути організованою та легко доступною, щоб учасники проекту могли швидко знаходити необхідну інформацію для виконання своїх задач.

В основі комплексу програмних засобів інформаційної технології ситуаційного управління проектом «клієнт-серверна» архітектура. Принцип роботи полягає в обробці введених даних Web – сервером і відповідній передачі оброблених даних. Дані розташовані на Web – сервері й ідентифікуються Інтернет – адресою, таким чином для роботи необхідний доступ у мережу Інтернет.

Робота в рамках даної технології складається з трьох основних етапів – введення даних, обробка, передача оброблених даних. Так як дана інформаційно-довідкова система ідентифікується Інтернет – адресою, то вхід здійснюється шляхом введення даної адреси в браузері користувача.

Робота з даною системою ведеться на двох основних рівнях: на рівні проектної команди та на рівні замовника, що забезпечує ряд процесів та функціональних можливостей. Так, на рівні проектної команди реалізується реєстрація користувачів, внесення даних, зберігання даних. На рівні замовника забезпечуються можливості отримання звітів та поточних показників, відправлення запитів на сервер. Загальний процес включає в себе автентифікацію користувачів, зберігання та обробку даних у Web -серверній базі даних, а також можливість користувачів отримувати та надсилати дані для аналізу та моніторингу проекту.

Таким чином дана система дає можливість замовнику одержувати оперативну, оброблену Web - сервером інформацію про ефективність проекту, оперативно одержувати значення основних показників ефективності та ситуативних факторів і виконувати ефективне управління проектом. Також надається можливість контролю ситуативних факторів, пов'язаних зі змінами та ризиками, є можливість вносити корективи в основні алгоритми обробки даних,

чи додавати нові, тим самим збільшуючи область застосування даної системи і роблячи її більш гнучкою. Одержувати оброблену інформацію можна знаходячись у будь-якій місці, маючи доступ в мережу Інтернет. Оскільки інформація знаходиться на сервері в зашифрованому виді, і робота із системою здійснюється за допомогою паролів і імен користувачів, це запобігає можливості несанкціонованного доступу до даних.

Онтолого-керована система ситуаційного управління проектом повинна виконувати функції:

- представлення знань на основі онтологічної моделі для визначення ключових понять, взаємозв'язків та атрибутів у контексті управління проектом;
- використання онтології для аналізу ситуацій та виявлення відхилень від стандартного ходу подій в проекті;
- класифікація ситуацій згідно зі структурою онтології, щоб краще розуміти їх вплив на проект;
- підтримка рішень на основі використання онтології для реалізації експертних систем, які можуть допомагати в прийнятті рішень у складних ситуаціях;
- управління ризиками на основі використання онтології для ідентифікації, аналізу та керування ризиками в проекті;
- онтологічна підтримка комунікацій з метою забезпечення єдності термінології та розуміння між всіма учасниками проекту;
- забезпечення синхронізації знань між учасниками проекту на основі онтології;
- автоматизована генерація планів проекту на основі структури та об'єктів, описаних в онтології;
- використання онтології для моніторингу та оцінки відповідності робіт плану проекту.

Застосування онтолого-керованої системи ситуаційного управління дозволяє забезпечити більш ефективне управління проектом, сприяючи

розумінню ситуацій та прийняттю обґрунтованих рішень на основі доступних знань та даних. Онтології дозволяють представити знання в структурованій формі, що дозволяє автоматизувати процеси аналізу та прийняття рішень. Доступ до цієї системи через Web-сервер дозволить забезпечити доступність даних та можливість використання системи з будь-якого місця, де є Інтернет-з'єднання. База даних забезпечують можливості зберігання даних про ситуації, знання про проєкти, правила та умови, на основі яких приймаються рішення. Вона може бути розміщена на Web-сервері для забезпечення доступу через Інтернет. Програмні модулі обробки даних відповідають за обробку даних, аналіз ситуацій та генерацію висновків на основі знань, що містяться в онтології. Вони також можуть бути розміщені на сервері для забезпечення швидкого доступу та обробки даних. Web -інтерфейс для користувачів дозволить легко користуватися системою, вносити дані та отримувати результати аналізу. Web -інтерфейс також може бути розміщений на сервері.

Загальний процес включатиме в себе збір та аналіз даних, формування ситуацій, автоматичне або підтримуване знанням прийняття рішень та візуалізацію результатів. Така система допоможе зробити управління проєктом більш прозорим та ефективним, забезпечуючи засноване на знаннях прийняття рішень.

Для вирішення проблеми побудови онтолого-керованої системи ситуаційного управління проєктом необхідно вирішити, які інструментальні програмні засоби необхідно застосовувати. Провівши аналіз існуючих програмних засобів, вирішено використовувати наступне програмне забезпечення:

- Node.js [1]– для реалізації web-серверу, оскільки він має наступні переваги у якості веб-сервера:
 - Асинхронність і подієва модель. Однією з головних переваг Node.js є асинхронний характер його виконання, що дозволяє ефективно обробляти багато запитів без блокування. Node.js використовує подієву модель, що

робить його ідеальним варіантом для створення високопродуктивних веб-серверів.

- Швидкодія. Завдяки використанню мови JavaScript та асинхронного вводу/виводу, Node.js може працювати дуже швидко, що дозволяє обробляти великі обсяги запитів з мінімальними затримками.
- Простота написання коду. Використання JavaScript як мови програмування для серверної та клієнтської частини дозволяє розробникам використовувати одну мову для усього проєкту. Це спрощує розробку, тестування і супровід коду.
- Екосистема npm. Node.js має велику та активну спільноту, а також розширений репозиторій пакетів npm, який включає в себе тисячі різних модулів та бібліотек для розширення можливостей веб-сервера.
- Масштабованість. Node.js добре масштабується завдяки своїй асинхронності та орієнтованій природі. Ви можете створити високопродуктивний веб-сервер, що легко масштабується вертикально та горизонтально для відповіді на зростаюче навантаження.
- Спільнота та підтримка. За допомогою широкої спільноти розробників, Node.js отримує постійну підтримку, нові релізи та інструменти для розробки веб-додатків.
- СУБД сервер MySQL [2] – переваги даного сервера баз даних в тому, що він є безкоштовним та підтримується практично на всіх серверах. Основні характеристики:
 - Відкритий вихідний код.
 - Підтримка багатьох операційних систем, таких як Linux, Windows, macOS.
 - Широко використовується в інтернет-проєктах та системах;
- JavaScript [3] програмний засіб для створення сценаріїв обробки даних та створення динамічних Web – сторінок. JavaScript є однією з основних мов програмування для фронтенду веб-сторінок. Він може бути використаний

для обробки подій, взаємодії з користувачем та динамічного оновлення контенту на сторінці.

- Для створення web-додатку а саме її fronted частини був використаний Angular [4]. Крім того, даний додаток завдяки Angular реалізований як web-компонент. Web-компоненти (Web Components) - це набір веб-стандартів, які дозволяють розробникам створювати власні, що перевикористовуються, веб-елементи з вбудованим поведінковим та структурним контекстом. Саме це дозволяє нам використовувати наш додаток в додатках інших партнерів, оскільки він є самодостатнім, ізольованим та має можливості перенесення між проєктами. Angular - це потужний фреймворк для розробки веб-додатків, який має кілька переваг:
 - MVC архітектура. Angular пропонує структуру за моделлю MVC (Model-View-Controller), що дозволяє розподілити код на модулі та компоненти, що сприяє забезпеченню кращої організації і підтримки проєкту.
 - Двостороннє зв'язування даних. Однією з ключових особливостей Angular є двостороннє зв'язування даних. Це означає, що зміни в моделі автоматично відображаються в представленні і навпаки, що дозволяє зменшити кількість коду для оновлення інтерфейсу користувача.
 - Компонентна архітектура. Angular базується на компонентній архітектурі, що дозволяє розбити веб-додаток на невеликі, самодостатні компоненти, які можна повторно використовувати. Це спрощує розробку, тестування і супровід коду.
 - Модульність. Angular дозволяє організувати код у модулі для логічного групування функціональності. Модульність дозволяє ефективно керувати залежностями та розширювати функціональність додатку.
 - Широка функціональність. Angular надає багато вбудованих функцій, таких як маршрутизація, HTTP клієнт, валідація форм,

анімації, підтримка інтернаціоналізації і багато іншого, що дозволяє розробникам швидше створювати повнофункціональні веб-додатки.

- Підтримка від Google і активна спільнота. Angular розвивається і підтримується компанією Google, що гарантує надійність, оновлення та підтримку на майбутнє. Крім того, у нього є широка та активна спільнота розробників, яка надає підтримку, документацію та різноманітні рішення для різних проблем розробки.

Всі ці переваги роблять Angular потужним інструментом для створення сучасних та масштабованих веб-додатків.

- Protégé [5]– Система управління онтологіями, яка дозволяє створювати, редагувати та використовувати онтології. Protégé може використовуватися для визначення структури та взаємозв'язків у онтології для управління проектом.
- Jena [6]– Бібліотека для роботи з RDF-даними та реалізації Semantic Web-застосунків. Jena може бути використана для обробки та роботи з онтологічними даними у системі.
- OWL (Web Ontology Language) [7]– Мова для представлення онтологій у веб-середовищі. OWL може служити основою для визначення концепцій та відносин у онтології проекту.

Проектування архітектури взаємодії компонентів онтолого-керованої системи ситуаційного управління проектом включає в себе визначення структури системи та взаємодії між її складовими частинами. Така архітектура повинна забезпечувати ефективне управління проектом, враховуючи специфіку ситуаційного аналізу та використання онтологій. Нижче подано загальний підхід до проектування архітектури такої системи [8]:

1. Визначення вимог. Розуміння функціональних та нефункціональних вимог до системи. Це може включати аналіз потреб користувачів, вимог до продуктивності, безпеки та інші аспекти.

2. Розробка концептуальної моделі. Визначення основних компонентів системи, таких як модулі ситуаційного аналізу, управління ризиками, інтеграція

онтологій та інші. Розробка концептуальної онтологічної моделі для представлення ключових сутностей та взаємозв'язків.

3. Проектування архітектурного складу, що включає:

- Визначення протоколів та інтерфейсів взаємодії між компонентами. Розробка стандартів обміну даними.
- Модульність та розширюваність. Забезпечення можливості легкого розширення та модифікації системи з урахуванням змін в умовах проєкту.

4. Вибір технологій, що містить:

- Технології онтологічного моделювання. Вибір інструментів чи бібліотек для роботи з онтологіями, таких як OWL, RDF, Protégé тощо.
- Бази даних та зберігання знань. Вибір систем для зберігання онтологій та даних проєкту.

5. Забезпечення безпеки та захисту даних, що містить:

- Аутентифікацію та авторизацію, тобто розробку системи контролю доступу до різних компонентів.
- Шифрування та захист від атак, тобто впровадження заходів безпеки для захисту від несанкціонованого доступу та атак.

6. Розгортання та інтеграція складається з:

- Структури сервера та хостингу, що включає визначення архітектури розгортання системи, вибір серверів та хостингових платформ.
- Інтеграція з іншими системами, тобто вирішення питань інтеграції з існуючими системами, які використовуються в проєкті.

7. Тестування та оптимізація:

- Тестування взаємодії компонентів, тобто проведення тестувань для перевірки коректності та ефективності взаємодії компонентів.
- Оптимізація продуктивності, в тому числі вдосконалення архітектури для оптимізації продуктивності та реакційності системи.

8. Документація передбачає.

- Створення технічної документації, тобто забезпечення належної документації архітектури системи для подальшого розвитку та підтримки.
- Під час проектування архітектури важливо брати до уваги потреби користувачів, конкретні вимоги проєкту та можливість розширення системи в майбутньому.

Сучасна корпоративна мережа інтегрується в Інтернет з метою рішення задач економічного планування, маркетингу, реклами, правового забезпечення, комунікації за допомогою Інтернет-сервісів: електронної пошти, FTP, WWW, телеконференцій і ін. З метою підвищення надійності ІДС і захисту інформації виділяється Інтернет-шлюз як окремий вузол мережі [9].

Одночасний процес обробки даних дозволяє системі клієнт — сервер досягати продуктивності, близької до показників мэйнфреймів, але при набагато меншій вартості. Оскільки клієнт і сервер обмінюються тільки запитами, сітковий графік роботи систем клієнт — сервер набагато нижче, чим у традиційному середовищі файлів-серверів на основі персональних комп'ютерів.

У сучасних багатопроцесорних серверах реалізуються найважливіші механізми і засоби, на яких базується надійність технології [10]:

- Redundant Array of Independent Disks (RAID), що дозволяє об'єднувати кілька фізичних дисків в єдиний логічний пристрій для забезпечення надійності даних і забезпечення відмовостійкості. Різні рівні RAID (наприклад, RAID 1, RAID 5, RAID 10) пропонують різні рівні надійності і продуктивності.
- Fault-Tolerant Interconnects, що використовують високошвидкісні мережеві з'єднання з підтримкою технологій, таких як Ethernet або InfiniBand. Деякі мережеві адаптери мають вбудовану підтримку механізмів відновлення збоїв та інші методи забезпечення надійності передачі даних.
- Error Checking and Correcting (ECC) Memory, що виявляє й автоматично коригує помилки в пам'яті та допомагає запобігти

неконтрольованій втраті даних або аварійному завершенню роботи сервера.

- Redundant Power Supplies, що мають два або більше джерела живлення, які можуть автоматично переключатися у разі відмови одного з них, забезпечуючи безперервну роботу сервера.
- Hot Swappable Component, що підтримують можливість "гарячої заміни" компонентів, таких як процесори, пам'ять або диски, що дозволяє замінювати ці компоненти без вимкнення сервера, забезпечуючи неперервну роботу.
- Hardware Monitoring and Management, що мають вбудовані механізми моніторингу та керування, які виявляють аномалії в роботі апаратного забезпечення і дозволяють адміністраторам дистанційно керувати та відновлювати сервери в разі виявлення проблем.
- Clustered Configurations, що використовують кластерні конфігурації, де багато серверів працюють разом, розділяючи завдання та навіть можливість автоматичного відновлення в разі відмови одного або декількох серверів.

Наведені механізми та засоби допомагають забезпечити надійність і високу доступність багатопроцесорних серверів, що є критичним для багатьох застосувань, таких як великі обчислення, хмарні сервіси, фінансові системи та інші.

При побудові СППР за технологією клієнт — сервер необхідно визначити серед величезної кількості задач основні блоки системи і процес ухвалення рішення. Основних принципово важливих блоків повинно бути три [11]:

- програмне забезпечення баз даних, що включає у себе базу даних та програмне забезпечення для її управління та обробки даних. Для ефективної системи підтримки прийняття рішень, важливо мати потужну та надійну базу даних, яка здатна зберігати великі обсяги даних та забезпечувати швидкий доступ до них;

- апаратна платформа сервера з операційною системою ОС і її програмним оточенням, що включає в себе фізичний сервер, ОС та необхідне програмне забезпечення для роботи СППР. Сервер повинен мати достатню продуктивність та можливості для обробки запитів великої кількості користувачів та обсягів даних. Програмне оточення сервера включає в себе такі складові, як веб-сервери, СУБД, мови програмування та інші середовища, необхідні для роботи СППР;

- корпоративна мережа, що ефективно поєднує перші дві компоненти й органічно з ними що сполучається, що забезпечує зв'язок між програмним забезпеченням баз даних та апаратною платформою сервера. Корпоративна мережа повинна бути надійною та забезпечувати швидкий обмін даними між клієнтами і сервером. Зазвичай ця мережа будується з використанням сучасних технологій мережевого зв'язку, таких як Ethernet або бездротові технології, та включає в себе мережеве обладнання, як роутери, комутатори та файерволи.

Організація цих компонентів у єдину систему дозволить ефективно та надійно виконувати задачі ухвалення рішень в рамках СППР.

Процес прийняття рішень включає кілька основних етапів, причому порядок залежить від початкового рівня розробки СППР і складається у виборі чотирьох ключових об'єктів:

1. сервер БД, для якого СУБД впливає на всю СППР. Необхідно враховувати вимоги постійного росту СППР: мала чи середня система може вирости до розмірів, що вимагають переходу на іншу платформу. Причому простіше перенести дані в ту ж СУБД на іншій платформі, чим розгортати нову систему;

2. ОС, що залежить від СУБД і від конкретних модулів СППР. Бажано, щоб сервер БД працював під відомої замовнику ОС, щоб не було потрібно перенавчати користувачів;

3. сервера інших видів, мінімальні вимоги до яких визначають обрану ОС і набір функціональних модулів (тип комп'ютерної системи, обсяг оперативної і кеш-пам'яті, ємність і продуктивність дискової підсистеми);

4. корпоративна мережа; топологія мережі не має принципового значення, важливо вибрати відповідні протоколи. Більшість серверів БД підтримують стандартні мережеві протоколи, хоча в ряді випадків можуть знадобитися програмні продукти для протоколів більш високого рівня (наприклад, TCP/IP); тоді необхідно оцінити витрати (ресурси і час) і доцільність ускладнення всієї системи. Реалізація баз даних СППР — довгостроковий процес, що вимагає витрат часу на аналіз основних продуктів. Крім того, важливий фактор — зручність роботи у корпоративній системі і з обраними компонентами.

Використання даних програмних засобів дозволить знизити загальну вартість розробки систем в рамках даної інформаційної технології та зменшити складність впровадження.

4.2. Науково-практичні результати експериментальних досліджень

Для кількісної оцінки часу, необхідного для генерації ситуативних рішень на основі онтологій в запропонованій інформаційній технології ситуаційного управління проектами, та порівняння її ефективності використано метод хронометрування. Для цього застосовано можливості, вбудовані функції, які реалізовані в IntelliJ IDEA [12]. Більшість інтегрованих середовищ розробки (IDE) мають вбудовані засоби профілювання, які можуть вимірювати час виконання окремих функцій чи блоків коду.

В основі оцінювання часу генерації ситуаційного рішення наступні розрахунки:

$$\begin{aligned}
 \tau_{bank_decision} &= \tau_i \cdot n \\
 \tau_{filling} &= \tau_j \cdot n \\
 T &= \tau_{bank_decision} + \tau_{filling} + \tau_{kor}
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

де $\tau_{bank_decision}$ - тривалість створення бази ситуаційних рішень в хв.; τ_i – тривалість створення одного рішення в хв.; $\tau_{filling}$ – тривалість на імпортування бази ситуаційних рішень в систему управління проектом в хв.; τ_j – тривалість імпортування одного рішення в хв.; T – загальна тривалість створення тестування результатів; τ_{kor} – тривалість корегування рішень; n – кількість рішень.

Для запропонованої інформаційної технології ситуаційного управління проектами визначено тривалість автоматизованого створення одного ситуаційного рішення (τ_{av}), час роботи інструментального засобу (τ_{prog}) та загальну тривалість розробки комплексу альтернативних рішень. Результати наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Тривалість автоматизованого створення одного ситуаційного рішення

Технологія	τ_i (хв)		Середня тривалість (хв.)	τ_j (хв)	T (хв.) для 10 рішень
Традиційна	13:03	4:07	2:21	1:17	36
	τ_{av}	τ_{prog}	$\tau_{filling}$ (хв)	τ_{kor} (хв)	T (хв.) для 20 рішень
Розроблена	13:03	4:07	5	6	18

Розроблена технологія дозволяє збільшити кількість ситуаційних рішень в 2 рази, водночас зменшити тривалість їх генерації. Таким чином, вирішено задачу генерації ситуаційних рішень, які базуються на онтології та їх подальшої інтеграції в онтолого-керовану систему в рамках інформаційної технології ситуаційного управління проектами.

Для доведення адекватності розроблених моделей в ході проведення експериментальних досліджень застосовано різні статистичні методи в умовах реальних проектів, що реалізуються ІТ компанією Андерсен.

Адекватність моделі ситуацій (2.1) – (2.10) доводиться шляхом встановлення якісного та кількісного впливу ситуативних факторів F на показники ефективності E на основі методу багатофакторного регресивного

аналізу [13]. Зв'язок між показниками ефективності e_i , $i=1, \dots, k$ ІТ проєкту та ситуативними факторами опишемо на основі визначення ступеню впливу аргументів на функцію:

$$E = f(v_1, v_2, \dots, v_n), \quad (4.2)$$

де $V = \{v_1, v_2, \dots, v_l\}$ – множина ресурсів.

Залежність показників ефективності ІТ проєкту від ресурсів опишемо на основі побудови та оцінки багатofакторного регресійного рівняння, що має степеневу форму зв'язку[13]:

$$E = A_0 v_1^{a_1} \cdot v_2^{a_2} \cdot \dots \cdot v_n^{a_n}, \quad (4.3)$$

де A_0 – постійний коефіцієнт рівняння регресії;

a_i – коефіцієнт регресії, що відображає ступінь впливу аргументів на функцію;

E – функція, що відповідає показнику ефективності ІТ проєкту;

v_i – аргумент, що відповідає показнику залученості ресурсів ІТ проєкту для виконання певної задачі.

На основі статистичних даних, що наведено в Додатках, для таких показників ефективності, як e_1 – IT Project Team Productivity, e_2 – Task Completion Rate, e_3 – Velocity, складено наступні рівняння множинної регресії:

$$e_1 = 57,6 v_1^{0,87} \cdot v_2^{0,36} \cdot v_3^{-0,16} \cdot v_4^{0,02} \cdot v_5^{0,58}, \quad (4.4)$$

$$e_2 = 87,5 v_1^{0,75} \cdot v_2^{0,34} \cdot v_3^{-0,408} \cdot v_4^{-0,417} \cdot v_5^{0,45},$$

$$e_3 = 1,78 v_1^{0,81} \cdot v_2^{0,67} \cdot v_3^{-0,3} \cdot v_4^{-0,384} \cdot v_5^{0,788}.$$

Коефіцієнти кореляції множинної регресії для залежностей (4.4) складають відповідно 0,905; 0,975; 0,853, а коефіцієнти надійності – 25,98; 6,17 та 2,75. Отримані значення вказують, що існує зв'язок між показниками ефективності (IT Project Team Productivity, Task Completion Rate, Velocity.) та ресурсами, що залучені для виконання задач Product backlog та Sprint backlog.

Оцінювання якісно-кількісного впливу кожного фактору на показники ефективності було виконано на основі умовних розрахунків. При цьому аргумент, що розглядається, змінювався на 1 % від середнього значення при

фіксованому значенні інших аргументів в кожній конкретній ситуації у момент часу τ_k .

Для перевірки адекватності імітаційної моделі ситуаційного управління проектом було проведено порівняння статистичних даних реалізації проектів ІТ компанії Андерсен та їх оцінка за допомогою критеріїв Стюдента [14] та Фішера[15]. При порівнянні середніх значень, наприклад, результатів експерименту з імітаційною моделлю та реальними даними, t-критерій може допомогти визначити, чи є статистично значуща різниця між ними. Розрахунок критеріїв Стюдента та Фішера реалізовано на основі застосування вбудованих функцій програмного забезпечення MS Excel.

У таблиці 4.2 наведено розрахунки, які проводились для отримання статичної значимості за допомогою критерія Стюдента. Критерій Стюдента (t-критерій) використовується для порівняння середніх значень двох груп даних, де Набір 1 - це набір даних, що отримано на основі реалізації Проекту 1, Набір 2 - набір даних отриманих при проведенні імітаційного моделювання ситуаційного управління проектом. Відповідно до розрахунків, статична значимість $P=0,019680564$. Таким чином можна зробити висновок, що Набір 1 відповідає Набору 2, тобто модель адекватна. Подібні результати отримуємо при перевірці інших наборів, отриманих при імітаційному моделюванні.

Таблиця 4.2.

Оцінка адекватності моделі за допомогою критерія Стюдента

		Набір 1	Набір 2
Середнє арифметичне	M	29.8297	27.0672
Стандартне відхилення	σ	10.38603253	8.331342196
Кількість задач	N	100	100
t-критерій	t	2.074776263	
Ступінь свободи	df	198	
Дисперсія вибірки	S^2	107.8696716	69.41126279
Статична значимість	P	0.019680564	

При наявності більше двох груп (наприклад, кілька етапів в управлінні проектом), можна визначити, чи є статистично значущі відмінності між

середніми значеннями цих груп. Тому також було проведено дослідження експериментальних даних на основі критерію Фішера.

У таблиці 4.3 наведено розрахунки, які проводились для отримання статичної значимості за допомогою критерія Фішера. При цьому важливо враховувати припущення аналізу дисперсії, такі як нормальний розподіл даних та однорідність дисперсій між групами, де Набір 1 - це набір даних, що отримано на основі реалізації Проєкту 1, Набір 2 - набір даних отриманих при проведенні імітаційного моделювання ситуаційного управління проєктом. Відповідні статистичні дані наведені в Додатках.

Таблиця 4.3.

Оцінка адекватності моделі за допомогою критерія Фішера

		Набір 1	Набір 2
Середнє арифметичне	M	29.8297	27.0672
Стандартне відхилення	σ	10.38603253	8.331342196
Кількість задач	N	100	100
t-критерій	t	2.074776263	
Ступінь свободи	df	99	99
Дисперсія вибірки	S^2	107.8696716	69.41126279
f-критерій	f	1.554065829	

У відповідності до таблиці Фішера отримуємо значення F-критеріїв для статистичної значимості $P=0.01$ (права межа) та $P=0.05$ (ліва межа). Отримуємо значення $F_1=1.59$ для $P=0.01$ та $F_2=1.39$ для $P=0.05$. Оскільки експериментальний F-критерій приймає значення $F_{\text{експ}}=1.55$, то, відповідно, він потрапляє в зону невизначеності. Проте, оскільки, $F_{\text{експ}}$ на осі абсцис знаходиться значно ближче до правої межі (рис. 4.1), тобто ближче до зони значимості, можемо стверджувати, що відхиляти H_0 гіпотезу (гіпотезу про схожість) не має сенсу, тому імітаційну модель вважаємо адекватною.

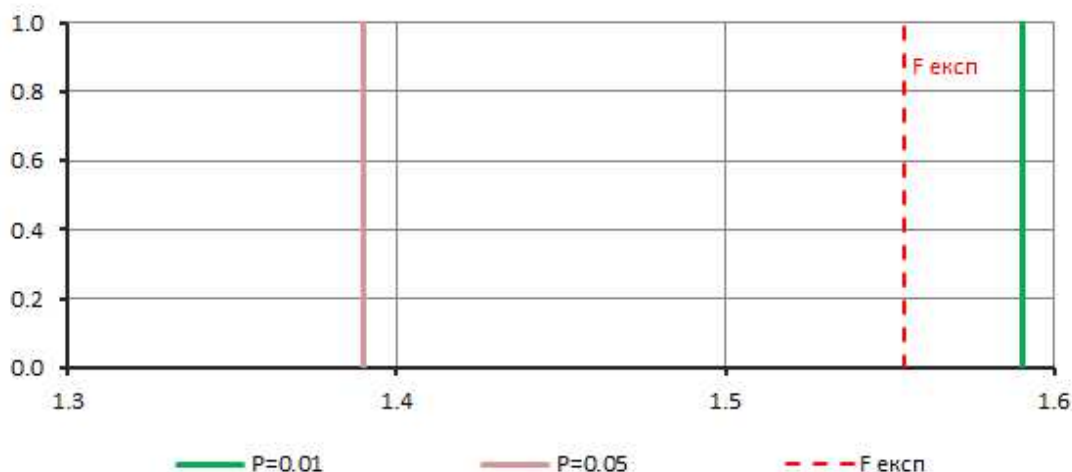


Рисунок 4.1- Визначення адекватності імітаційної моделі

4.3. Результати досліджень в реальних умовах

В результаті вирішення поставлених задач була розроблена та впроваджена інформаційна технологія ситуаційного управління проектами, що відіграє важливу роль у поліпшенні ефективності та успішності управління проектами. В результаті проведення досліджень в реальних умовах для проектів галузі інформаційних технологій, зокрема ІТ компанії Андерсен, що застосовує Scrum, позитивним ефектом є:

- збільшення доступності інформації. Запропонована технологія дозволяє швидкий та легкий доступ до інформації про хід проекту, ресурси, та інші ключові показники продуктивності. Це поліпшує рішення та можливість реагувати на ситуації в реальному часі;

- автоматизація завдань та процесів. ІТ дозволяє автоматизувати багато рутинних завдань та процесів, що зменшує ймовірність помилок та збільшує ефективність роботи команди;

- оптимізація роботи з ресурсами. ІДС в рамках запропонованої ІТ сприяє в управлінні ресурсами, включаючи розподіл завдань, моніторинг використання ресурсів та планування роботи команди;

- розширені аналітичні можливості. Застосування аналітики та звітності на основі даних дозволяє проектному менеджменту отримувати детальні відомості про хід проекту та приймати обґрунтовані рішення;

- підвищення комунікації та співпраці. ІТ сприяє покращенню комунікації та співпраці всередині команди та між стейкхолдерами. Комунікаційні платформи, колаборативні інструменти та електронна пошта полегшують обмін інформацією.

- поліпшення планування та контролю. Інструменти планування та моніторингу дозволяють керівникові проєкту ретельно планувати завдання, визначати критичні шляхи, та здійснювати ефективний контроль над виконанням проєкту;

- швидке реагування на зміни. В рамках запропонованої технології на основі визначених критеріїв ефективності забезпечується оперативна оцінка ситуації, швидке виявлення змін та надаються засоби для швидкого реагування та адаптації планів проєкту відповідно до нових обставин;

- оперативне забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень в умовах реального часу залежно від ситуації, що склалася.

Система підтримки прийняття рішень (СППР) як складової інформаційної технології (ІТ) грає ключову роль у забезпеченні оперативної оцінки проєктної ситуації. СППР надають засоби для збору, аналізу та інтерпретації інформації, що допомагає проєктному менеджменту та команді проєкту приймати обґрунтовані рішення. При цьому СППР дозволяє автоматизувати процес збору інформації з різних джерел, таких як задачі, витрати, терміни виконання, стан ресурсів тощо. Крім того, СППР надає інструменти для моніторингу виконання проєкту в реальному часі. Інформація аналізується щодо відповідності графіку, витрат та інших критеріїв успіху. Використовуючи історичні дані та алгоритми прогнозування, СППР можуть надавати можливості для створення прогнозів щодо подальшого розвитку ситуації в проєкті. Це допомагає антиципувати можливі ризики та приймати заходи для їх управління (рис 4.2).

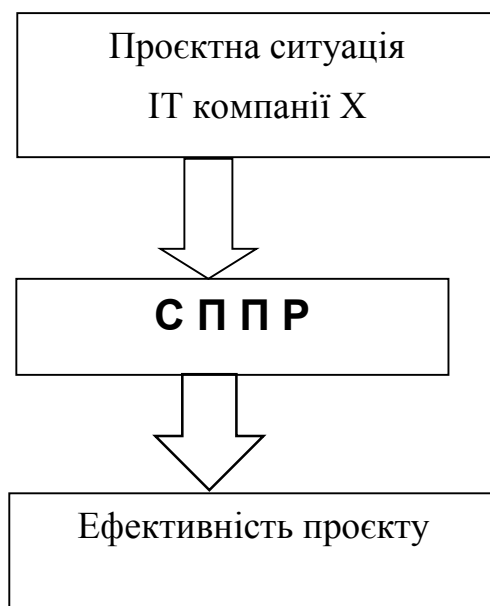


Рисунок 4.2. Схема функціонування ППР.

При одержанні рішень і рекомендацій проєктний менеджер має обґрунтування їхньої виваженості й адекватності реакції на ситуації в проєкті. Одним із способів обґрунтування рішень і висновків є перевірка їхньої правильності і реалізованості на основі прогнозування наслідків і розвитку ситуацій у випадку реалізації цих рішень. У предметній області проєктного менеджменту основою для прийняття управлінських рішень і вироблення обґрунтованих рекомендацій є оцінка ситуацій, що складаються в зовнішньому середовищі та на основі показників ефективності проєкту, визначення і прогнозування її найбільш важливих властивостей на основі інтерпретації наявних даних.

Об'єктивною основою для оцінки ситуацій на базі наявних даних, кількісних і якісних характеристик є знання закономірностей, що зв'язують дані з типами можливих ситуацій, причому це знання може бути формально виражено, зокрема, при інтерпретації поточних даних з метою оцінки ситуації СППР додає даним більш широкий зміст, витягує з них інформацію в цілому, що безпосередньо в них не міститься. У підсумку вони перетворюються у форму, прийнятну для сприйняття проєктним менеджером, що приймає рішення. Цю операцію називають часто понятійним

аналізом даних. Результати аналізу можуть бути виражені і представлені також у вигляді чисел, таблиць, формалізованих текстів, графічних представлень.

СППР логічно виводить ймовірні наслідки з заданих ситуацій при поточних даних. При обґрунтуванні рішень і прогнозуванні в даній технології використовується імітаційна модель, у якій значення параметрів підганяються під дану ситуацію.

За допомогою даних СППР можна проводити дослідження, що містять у собі: оцінку ефективності проєкту та вибір рішень; прогнозування значень критеріїв ефективності при заданих значеннях основних показників проєкту(напр. “Який термін реалізації проєкту очікується, якщо внесено зміни Product backlog?”); пошук аномалій процесу розробки ПЗ (напр. “Внесення змін у вимоги може призвести до збільшення обсягу робіт та витрат часу. Це може вплинути на затримки в графіку та збільшення бюджету проєкту”). Перелік ситуацій наведено в Додатках.

Дана інформаційна технологія ситуаційного управління проєктом надає проєктному менеджеру допомогу в процесі прийняття рішень і забезпечує підтримку в усьому діапазоні контекстів структурованих, напівструктурованих та неструктурованих задач; підтримує та посилює міркування та оцінки проєктного менеджера; підвищує ефективність прийняття рішень. Зміст БД інформаційної технології охоплює історію поточних і попередніх операцій, а також інформацію зовнішнього характеру та інформацію про середовище. Крім того, дана технологія зорієнтована на гнучкість та адаптивність для пристосування до змін середовища.

Розроблена інформаційна технологія ситуаційного управління проєктом має велике практичне значення, завдяки впровадженню якої підвищилась загальна ефективність проєктів та загальний економічний ефект діяльності компанії в галузі інформаційних технологій.

Експериментальні дані про результати досліджень в реальних умовах подані в Додатках.

4.4. Висновки до розділу 4

1. Розроблено програмно-інформаційне забезпечення інформаційної технології ситуаційного управління проектами з використанням сучасних інструментальних програмних засобів, складові якої інтегруються в загальну систему управління проектом.
2. Проведено експериментальні дослідження в реальних умовах реалізації проектів ІТ компанії Андерсен. Для кількісної оцінки часу, необхідного для генерації ситуативних рішень на основі онтологій, в запропонованій інформаційній технології ситуаційного управління проектом та порівняння її ефективності використано метод хронометрування. Доведення адекватності моделі ситуацій в проектах здійснено на основі побудови та оцінки багатофакторного регресійного рівняння. Для доведення адекватності імітаційної моделі застосовано порівняння статистичних даних реалізації різних проектів ІТ компанії Андерсен та їх оцінка за допомогою критеріїв Стюдента та Фішера.

Список використаних джерел до розділу 4

1. URL: <https://nodejs.org/en/> (дата звернення: 20.05.2023)
2. URL: <https://www.mysql.com/> (дата звернення: 21.06.2023)
3. URL: <https://ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-262/> (дата звернення: 20.05.2023)
4. URL: <https://angular.io/> (дата звернення: 10.05.2023)
5. URL: <https://protege.stanford.edu/> (дата звернення: 10.07.2023)
6. URL: <https://jena.apache.org/> (дата звернення: 12.05.2023)
7. URL: <https://www.w3.org/TR/owl2-quick-reference/> (дата звернення: 2.05.2023)

8. Авраменко В.С., Авраменко А.С. Проектування інформаційних систем: навчальний посібник. Черкаси: Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького. 2017. 434 с.
9. Brad Smith Tools and Weapons. Hodder. 2021. 464 p. ISBN 9781529351583
10. Structural Analysis and Design Structures Hardcover by David Marca, Clement McGowan. McGraw Hill Higher Education. 1987. 392 p.
11. Micheal Full How the Internet Works & the Web Development Process. 2020. p. 30. ISBN 979-8641657073
12. <https://www.jetbrains.com/idea/>
13. Pekoz, Erol The Manager's Guide to Statistics. Probability. 2009. 26 p. ISBN 9780979570438.
14. Mankiewicz, Richard The Story of Mathematics (вид. Paperback). Princeton, NJ: Princeton University Press. 2004. p. 158. ISBN 9780691120461
15. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ / Пашко А.О.: Електронне видання. 2019. 55 с.

ВИСНОВКИ

1. З метою визначення області та предмету дослідження проведено аналіз можливостей та необхідність застосування ситуаційного управління в проєктах, зокрема в проєктах, що реалізуються в галузі інфоормаційних технологій. Досліджено, що застосування ситуаційного аналізу в управлінні проєктом, зокрема в галузі інформаційних технологій, має низку переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття рішень в умовах, що швидко змінюються.

2. Проведено аналіз особливостей розробки моделей на основі онтологій з метою дослідження можливостей формального опису знань у вигляді простору компонентів, об'єднаних загальними завданнями та цілями розробки, що необхідні для вирішення проблем ситуаційного управління.

4. Програмні засоби та системи ситуаційного управління проєктами на сьогоднішній день майже відсутні, що не дає можливості реалізувати оперативну оцінку ефективності проєктом та прийняти відповідні управлінські рішення, що визначили б стратегію майбутнього. Це призводить до необхідності розробки нових методів та програмно-інформаційних засобів управління проєктом.

5. Побудована модель ситуації в проєктах у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак, таких як показники ефективності, ситуативні цілі, ситуативні фактори впливу. Дана модель забезпечує можливості формального опису ситуації в режимі реального часу, оперативної оцінки ефективності проєкту та забезпечить взаємозв'язок та узгодженість рішень у відповідності до ситуації в складних умовах різкої зміни обставин.

6. Побудовано метаонтологію ситуаційного управління проєктами та онтологічну модель ситуації проєкту, що сприяє виробленню та прийняттю оперативного управлінського рішення для ситуації в складних умовах різкої зміни обставин. Дана модель надає можливості виявлення параметрів та суттєвих факторів, що визначають ситуацію, взаємозв'язки між факторами та

ступені їх взаємовпливу. Результатом застосування даного дослідження є скорочення часу на вироблення та прийняття управлінського рішення, що забезпечує підвищення ефективності проєкту за рахунок уникнення перевитрати ресурсів на 5 – 8% (на прикладі ІТ проєкту, що реалізується в умовах Scrum).

7. Розроблена та обґрунтована концепція ІТ ситуаційного управління проєктами, що на відміну від існуючих комплексно характеризує підходи до прийняття рішення в проєктній ситуації, є основою розроблення методів та моделей до створення ІТ ситуаційного управління проєктом з врахуванням умов різко змінюваних обставин та кризи, а також забезпечує ефективне управління проєктом в різних галузях, зокрема інформаційних технологій.

8. Розроблено метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах, що забезпечує оперативне прийняття управлінських рішень в проєктах, зокрема і в галузі інформаційних технологій, що реалізуються на основі Scrum, та забезпечує зменшення втрат в проєкті 2,8 - 3,2 % та перевитрати ресурсів (енергетичних та матеріальних) на 5,1 % в процесі оперативного управління.

ДОДАТКИ

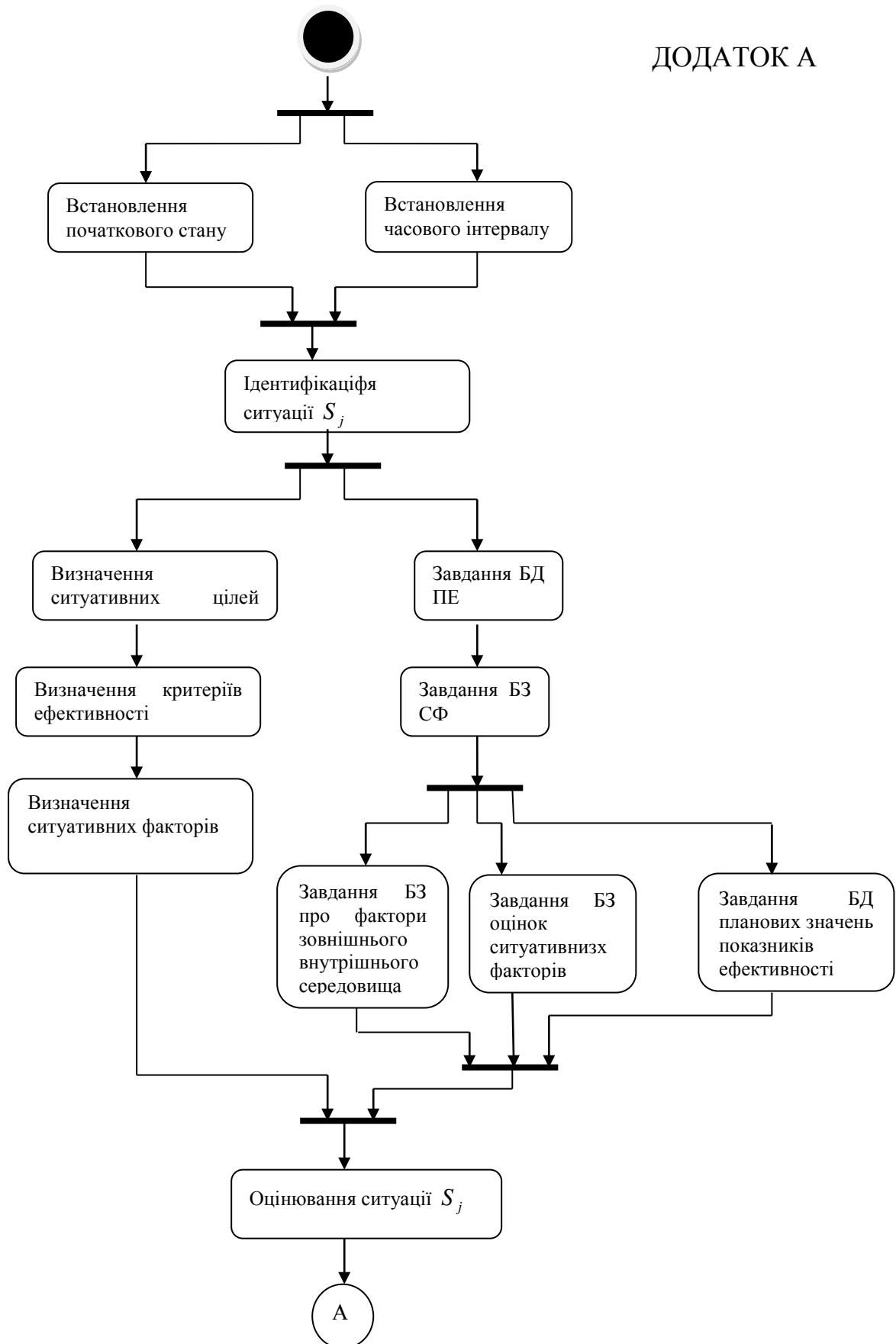
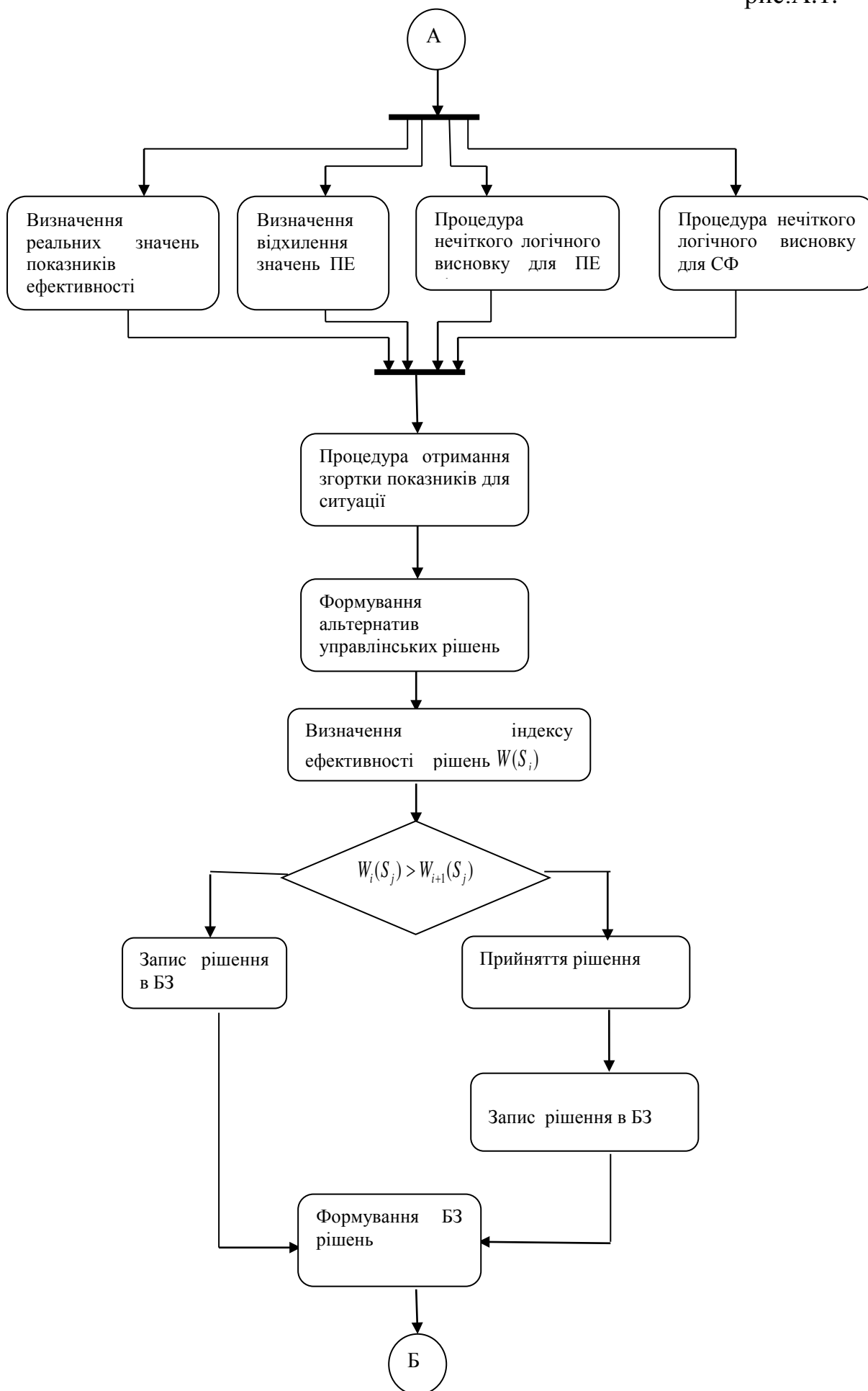
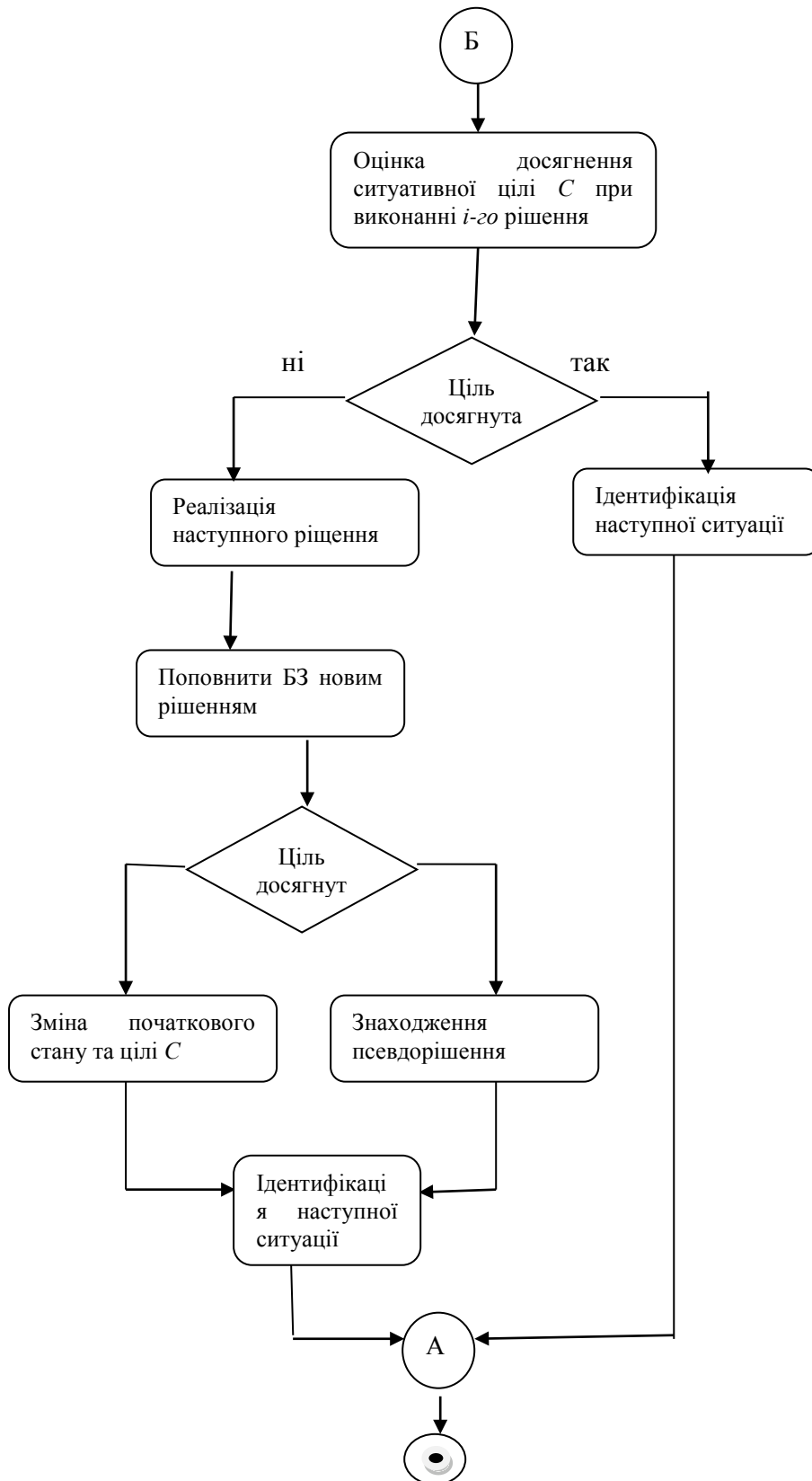


Рисунок А.1 – UML діаграма методу прийняття рішення на основі індексу ефективності ситуаційного рішення

Продовження
рис.А.1.



ДОДАТОК Б

Ситуаційні моделі у вигляді діаграм

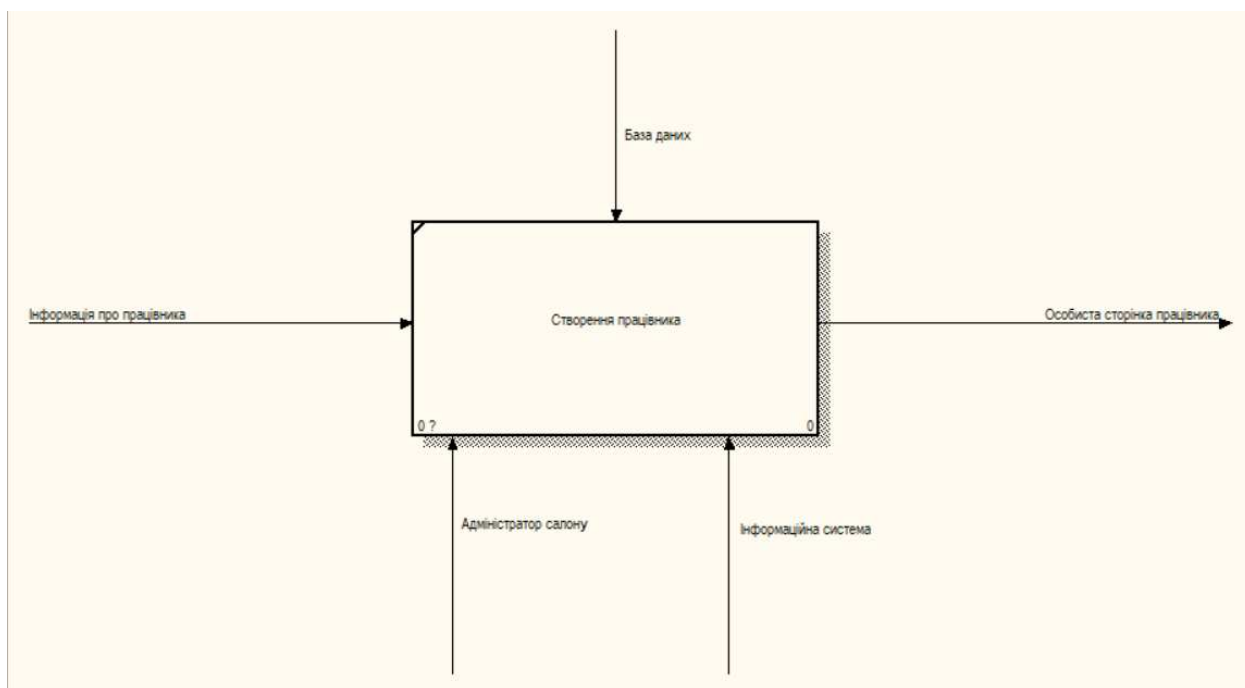


Рисунок Б.1 – Контекстна діаграма «Створення співробітника»

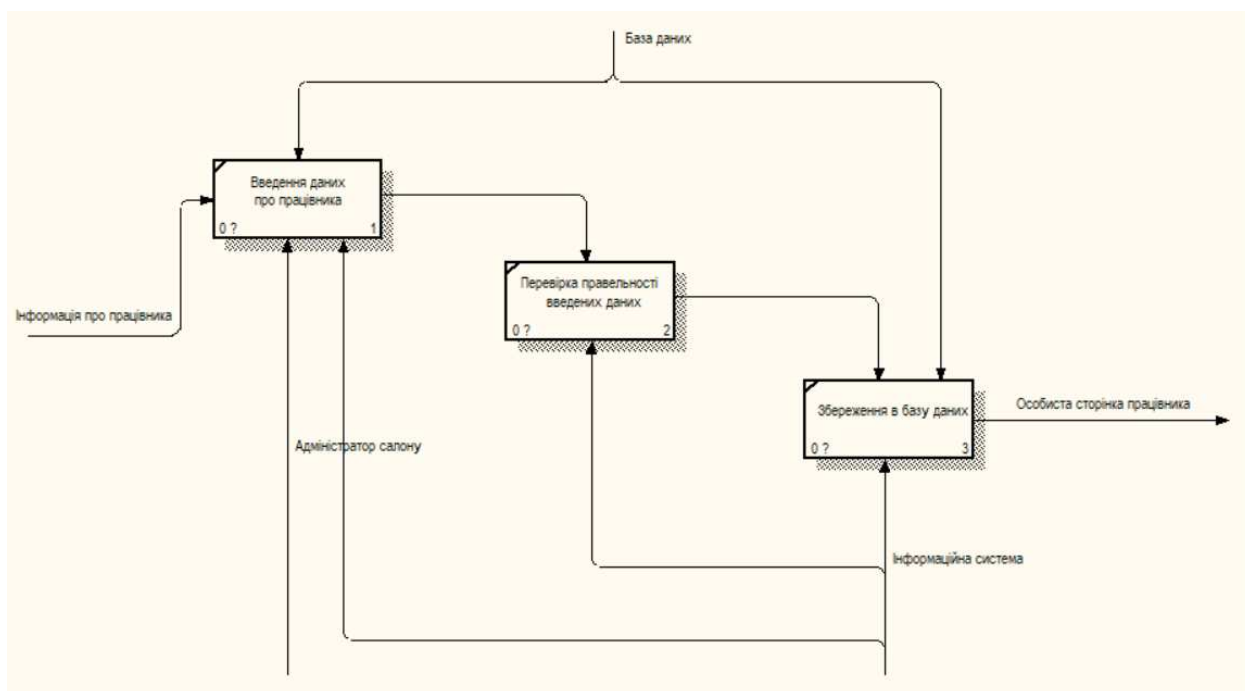


Рисунок Б.2 – Діаграма декомпозиції «Створення співробітника»

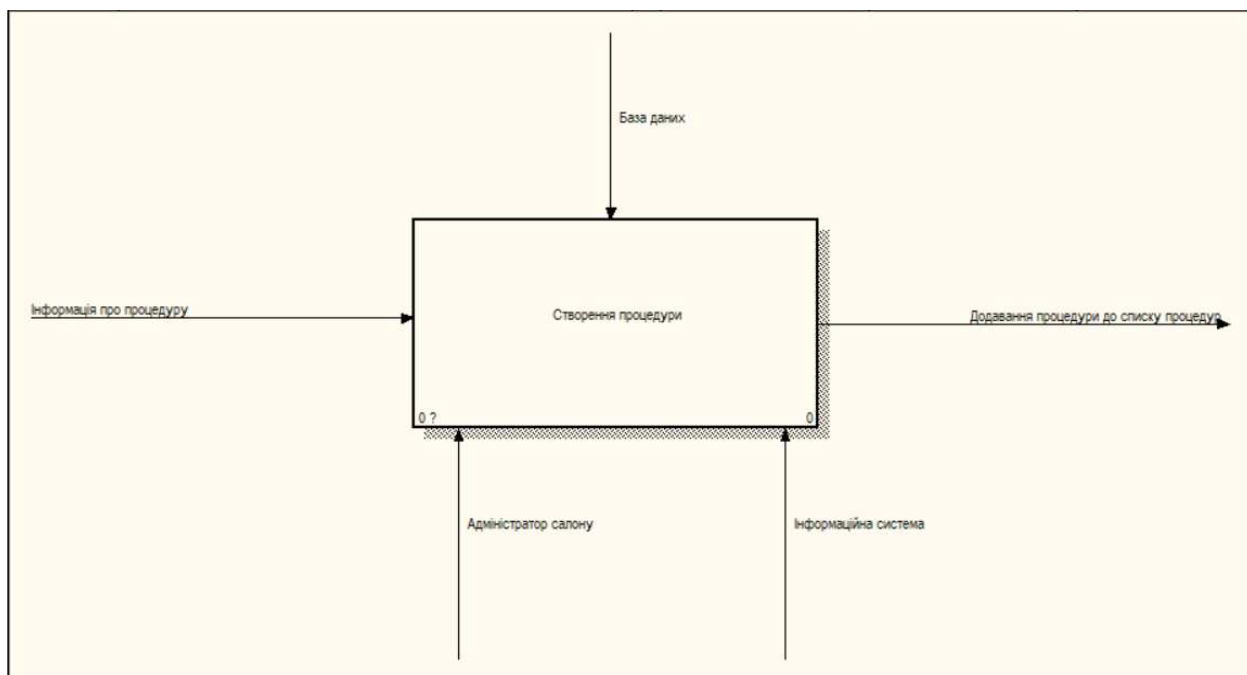


Рисунок Б.3 – Контекстна діаграма «Створення задачі»

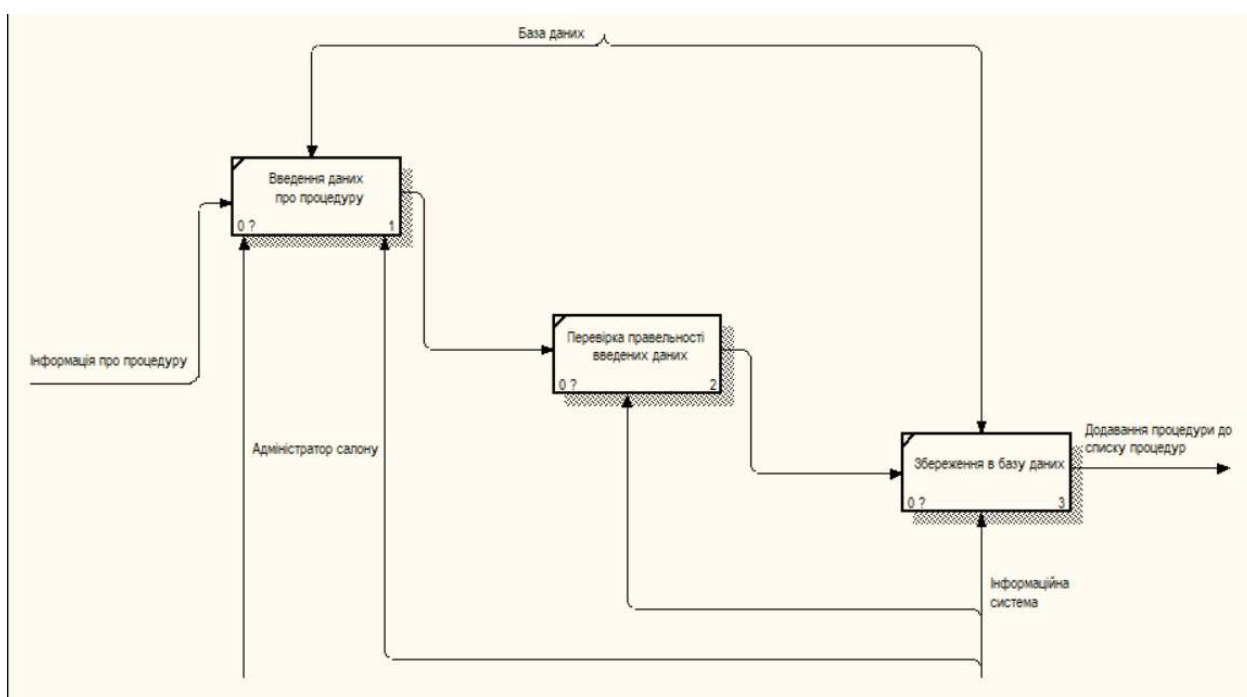


Рисунок Б.4– Діаграма декомпозиції «Створення задачі»

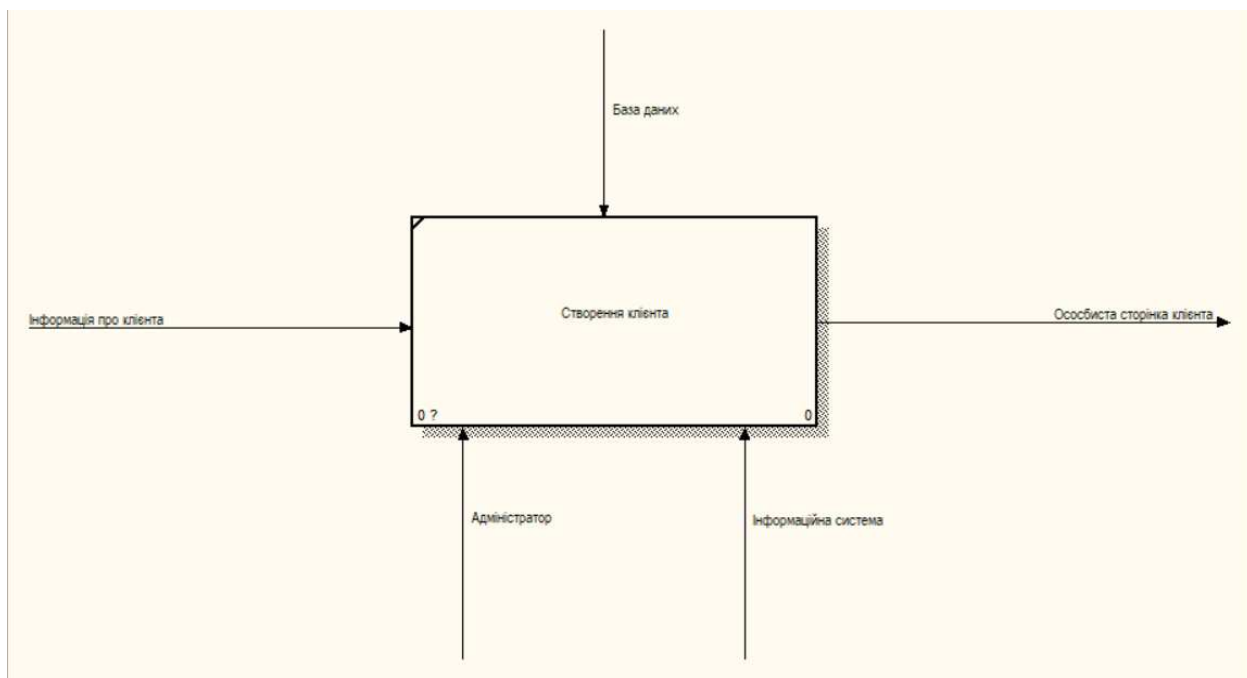


Рисунок Б.5– Контекстна діаграма «Створення замовника»

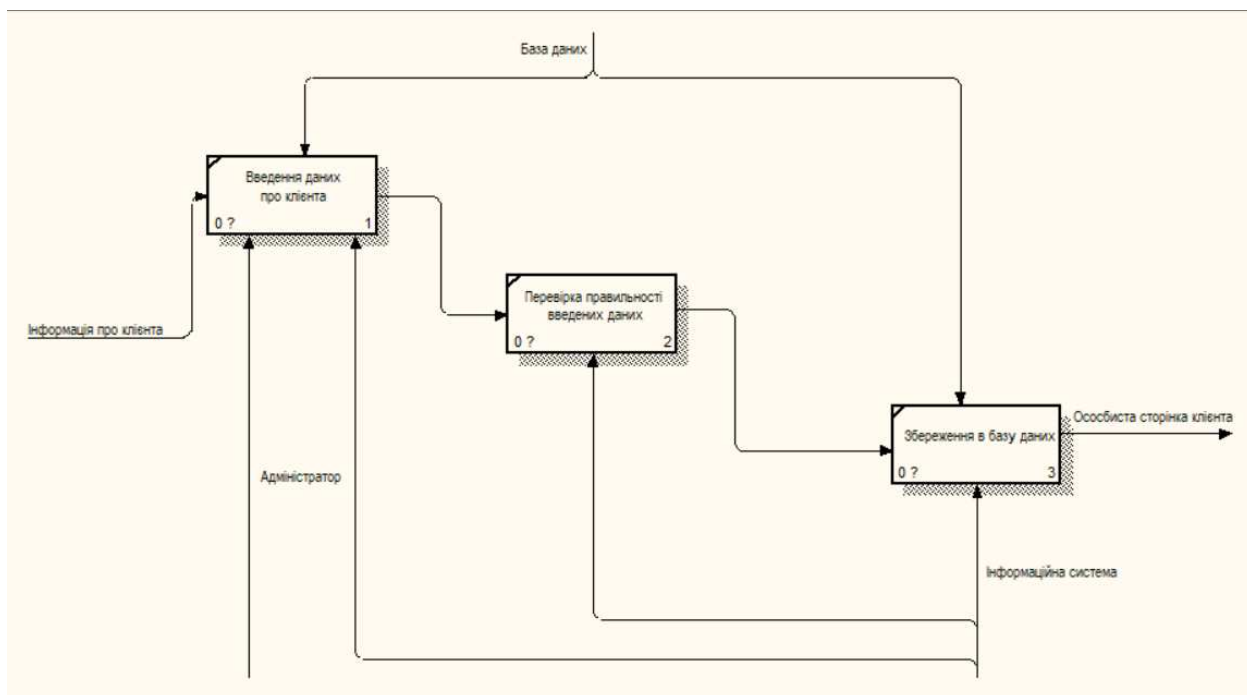


Рисунок Б.6– Діаграма декомпозиції «Створення замовника»

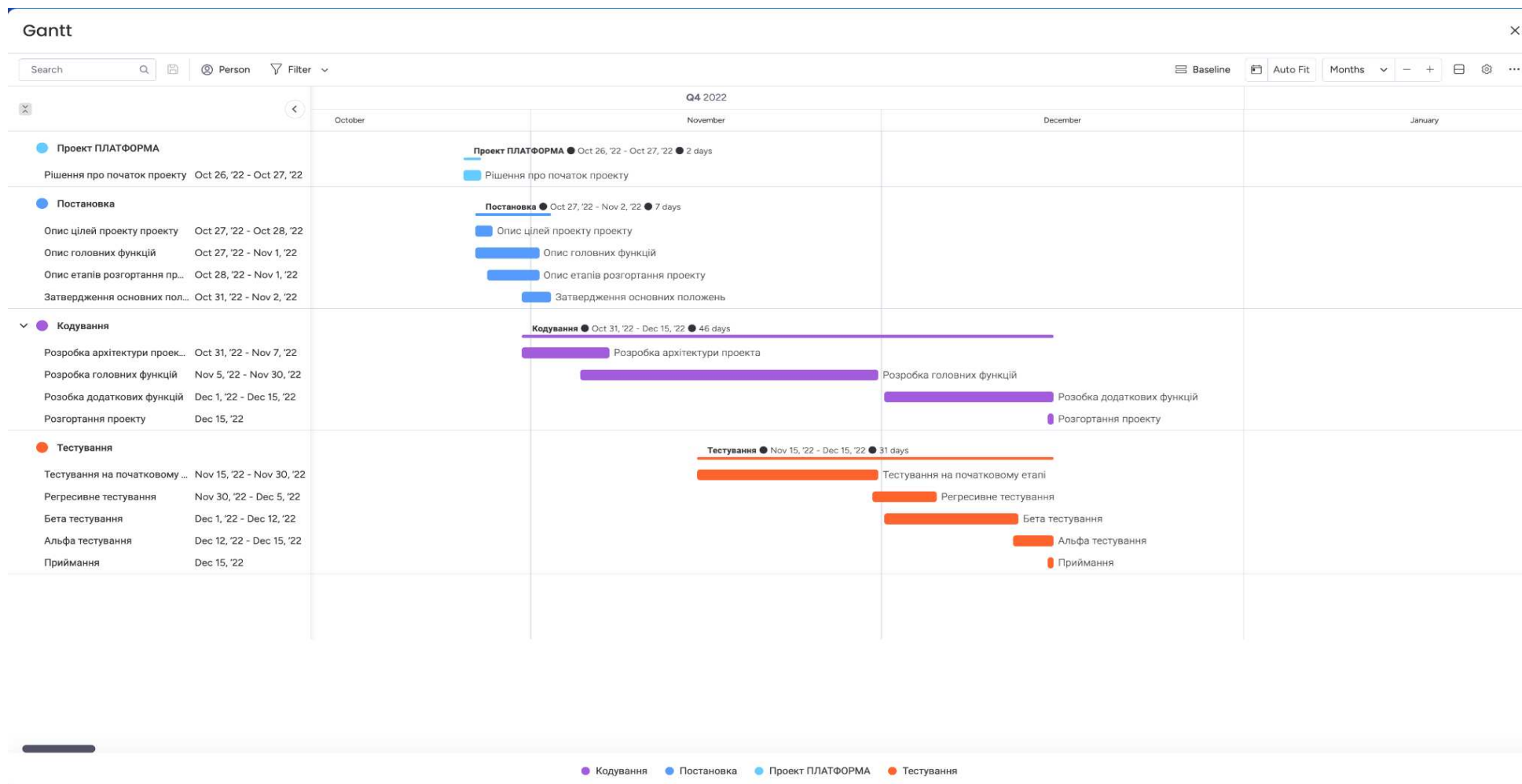


Рисунок А.9–Діаграма Ганта проєкту

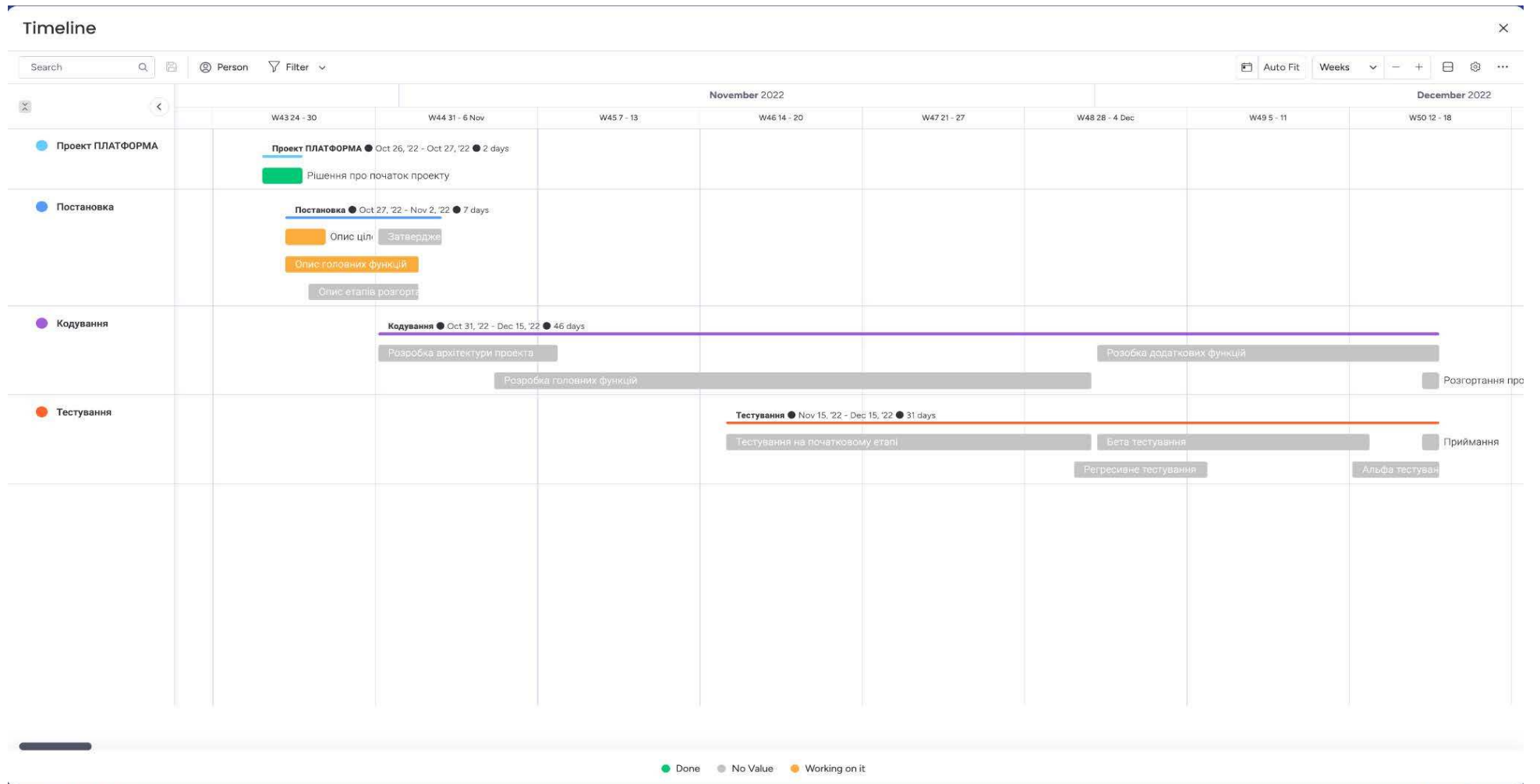


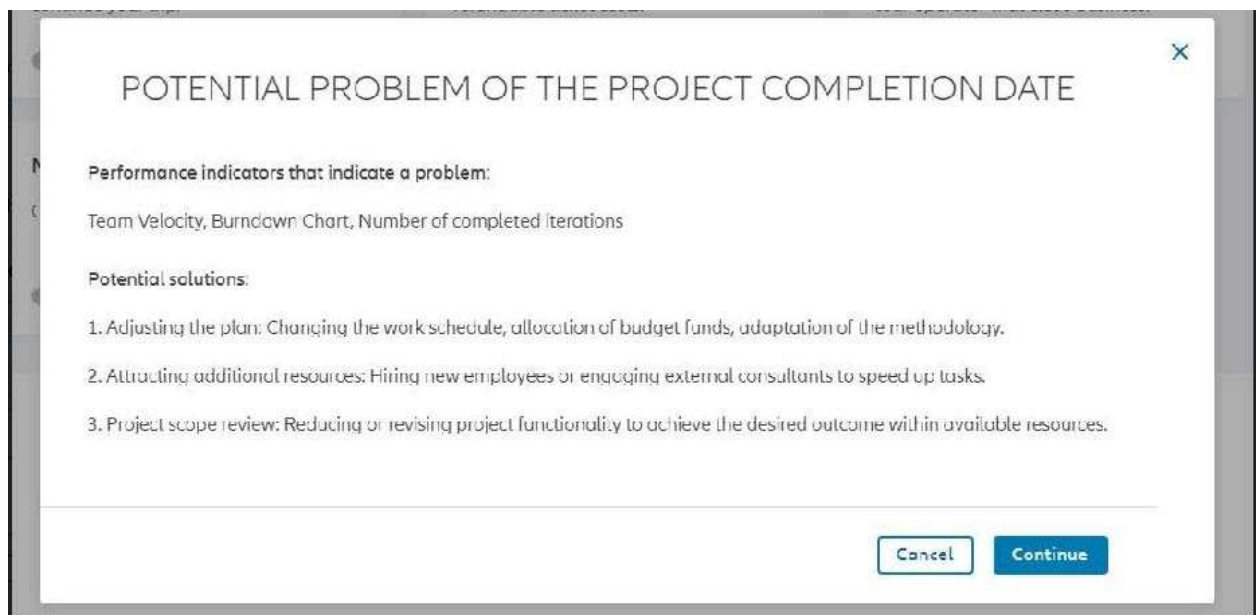
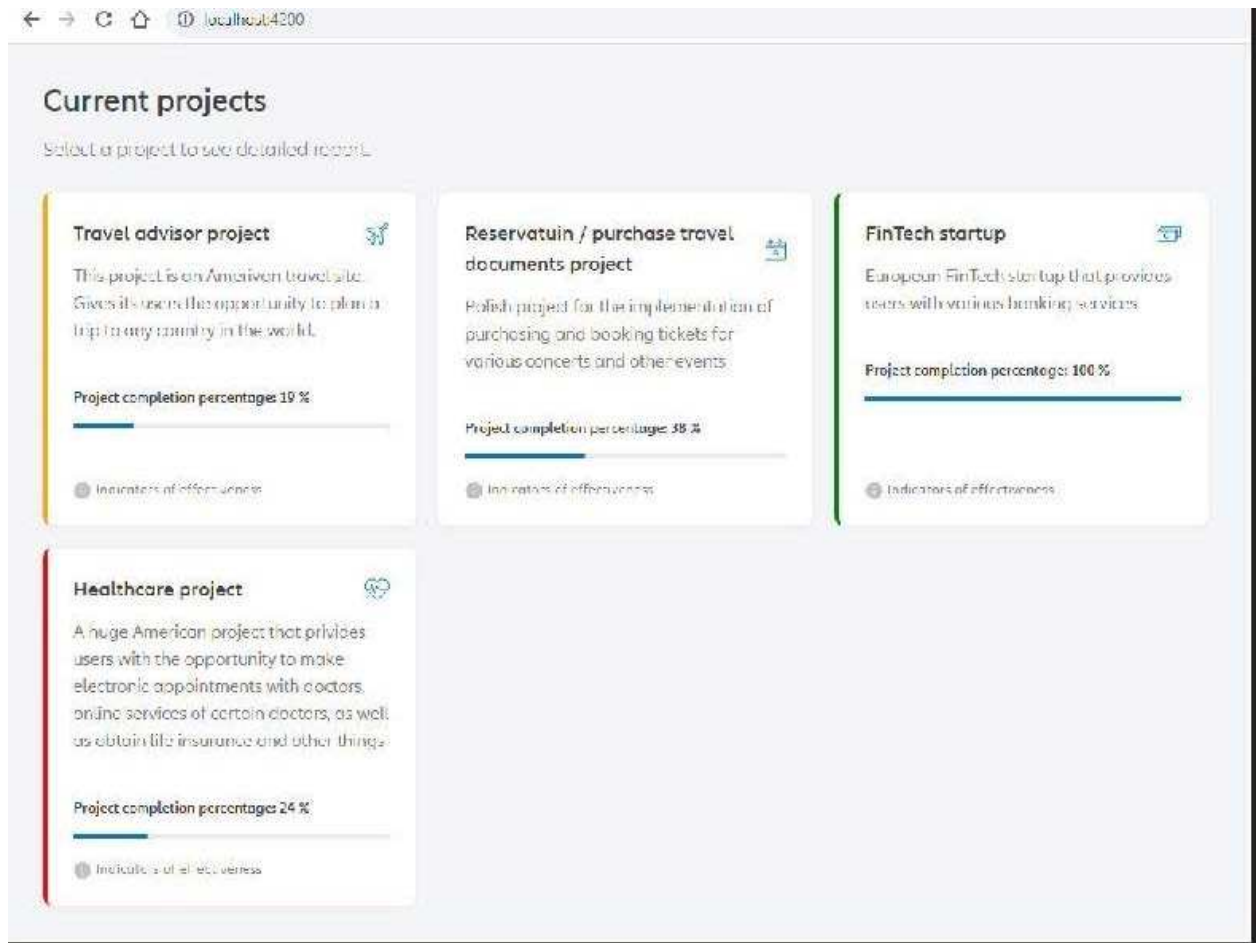
Рисунок А.10—Діаграма часу проєкту

ДОДАТОК В

Статистичні дані результатів імітаційного моделювання

1		IT Project Team Productivity	Velocity	Task Completion Rate,%	Task Completion Rate,%	Burndown Chart,%	Definition of Done	Acceptance Criteria				
2		%		Product backlog	Sprint backlog	Product backlog						
3		Product backlog	Sprint backlog	%			%		%			
4				from start	Sprint	from start	Sprint	from start	Sprint	Sprint		Sprint
5												
6												
7	Sprint 1	16,51	16,46	16,40	14,02	14,03	0,50	0,62	1,88	1,98	3,23	4,27
8	Sprint 2	16,22	16,20	16,09	13,43	12,92	0,55	0,47	2,11	2,25	4,60	5,10
9	Sprint 3	16,74	16,65	16,41	13,65	13,24	0,75	0,46	2,01	1,93	4,90	5,03
10	Sprint 4	16,53	16,48	16,27	13,60	13,61	0,77	0,84	1,90	1,96	4,44	4,16
11	Sprint 5	17,10	17,05	16,92	14,23	14,60	0,57	0,35	2,12	2,10	4,61	4,74
12	Sprint 6	15,94	15,92	15,74	12,94	12,52	0,75	0,59	2,05	1,79	4,28	3,94
13	Sprint 7	16,34	16,33	16,23	14,07	14,28	0,46	0,47	1,70	1,73	3,24	3,50
14	Sprint 8	16,26	16,24	16,15	13,63	13,22	0,69	0,76	1,83	2,01	3,79	3,82
15	Sprint 9	16,77	16,74	16,61	14,13	14,36	0,60	0,56	1,88	1,85	3,42	3,02
16	Sprint 10	15,85	15,82	15,73	13,19	13,16	0,63	0,64	1,91	2,15	4,32	4,77
17												
18												
19												
20												
21		IT Project Team Productivity	Velocity	Task Completion Rate,%	Task Completion Rate,%	Burndown Chart,%	Definition of Done	Acceptance Criteria				
22		%		Product backlog	Sprint backlog	Product backlog						
23		Product backlog	Sprint backlog	%					%		%	
24				from start	Sprint	from start	Sprint	from start	Sprint	Sprint		Sprint
25												
26												
27	Sprint 1	16,51	16,46	16,40	0,11	14,02	0,50	0,62	1,88	1,98	3,23	4,27
28	Sprint 2	16,22	16,20	16,09	0,13	14,43	0,55	0,47	2,11	2,25	3,60	4,10
29	Sprint 3	16,74	16,65	16,41	0,33	14,65	0,75	0,46	2,01	1,93	3,90	4,03
30	Sprint 4	16,53	16,48	16,27	0,26	14,60	0,77	0,84	1,90	1,96	3,44	4,16
31	Sprint 5	17,10	17,05	16,92	0,18	14,23	0,57	0,35	2,12	2,10	3,61	3,74
32	Sprint 6	15,94	15,92	15,74	0,20	14,94	0,75	0,59	2,05	1,79	3,28	3,94
33	Sprint 7	16,34	16,33	16,23	0,11	14,07	0,46	0,47	1,70	1,73	3,24	3,50
34	Sprint 8	16,26	16,24	16,15	0,11	13,63	0,69	0,76	1,83	2,01	3,79	3,82
35	Sprint 9	16,77	16,74	16,61	0,16	14,13	0,60	0,56	1,88	1,85	3,42	3,02
36	Sprint 10	16,51	16,46	16,40	0,11	14,02	0,50	0,62	1,88	1,98	3,23	4,27

Інтерфейс користувача



Angular.json

```
{
  "$schema": "./node_modules/@angular/cli/lib/config/schema.json",
  "version": 1,
  "newProjectRoot": "projects",
  "projects": {
    "decission-support-software": {
      "projectType": "application",
      "schematics": {
        "@schematics/angular:component": {
          "style": "scss"
        },
        "@schematics/angular:application": {
          "strict": true
        }
      },
      "root": "",
      "sourceRoot": "src",
      "prefix": "app",
      "architect": {
        "build": {
          "builder": "@angular-devkit/build-angular:browser",
          "options": {
            "outputPath": "dist/decission-support-software",
            "index": "src/index.html",
            "main": "src/main.ts",
            "polyfills": "src/polyfills.ts",
            "tsConfig": "tsconfig.app.json",
            "inlineStyleLanguage": "scss",
            "assets": [
              "src/favicon.ico",
              "src/assets"
            ],
            "styles": [
              "src/styles.scss"
            ],
            "scripts": []
          },
          "configurations": {
            "production": {
              "budgets": [
                {
                  "type": "initial",
                  "maximumWarning": "500kb",
                  "maximumError": "1mb"
                },
                {
                  "type": "anyComponentStyle",
                  "maximumWarning": "2kb",

```



```

        "maximumError": "4kb"
      }
    ],
    "fileReplacements": [
      {
        "replace": "src/environments/environment.ts",
        "with": "src/environments/environment.prod.ts"
      }
    ],
    "outputHashing": "all"
  },
  "development": {
    "buildOptimizer": false,
    "optimization": false,
    "vendorChunk": true,
    "extractLicenses": false,
    "sourceMap": true,
    "namedChunks": true
  },
  "defaultConfiguration": "production"
},
"serve": {
  "builder": "@angular-devkit/build-angular:dev-server",
  "configurations": {
    "production": {
      "browserTarget": "decision-support-software:build:production"
    },
    "development": {
      "browserTarget": "decision-support-software:build:development"
    }
  },
  "defaultConfiguration": "development"
},
"extract-i18n": {
  "builder": "@angular-devkit/build-angular:extract-i18n",
  "options": {
    "browserTarget": "decision-support-software:build"
  }
},
"test": {
  "builder": "@angular-devkit/build-angular:karma",
  "options": {
    "main": "src/test.ts",
    "polyfills": "src/polyfills.ts",
    "tsConfig": "tsconfig.spec.json",
    "karmaConfig": "karma.conf.js",
    "inlineStyleLanguage": "scss",
    "assets": [
      "src/favicon.ico",

```

```
      "src/assets"
    ],
    "styles": [
      "src/styles.scss"
    ],
    "scripts": []
  }
}
}
},
"defaultProject": "decission-support-software"
}
```

Package.json

```
{
  "name": "decission-support-software",
  "version": "0.0.0",
  "scripts": {
    "ng": "ng",
    "start": "ng serve",
    "build": "ng build",
    "watch": "ng build --watch --configuration development",
    "test": "ng test"
  },
  "private": true,
  "dependencies": {
    "@angular/animations": "~13.3.0",
    "@angular/common": "~13.3.0",
    "@angular/compiler": "~13.3.0",
    "@angular/core": "~13.3.0",
    "@angular/forms": "~13.3.0",
    "@angular/platform-browser": "~13.3.0",
    "@angular/platform-browser-dynamic": "~13.3.0",
    "@angular/router": "~13.3.0",
    "rxjs": "~7.5.0",
    "tslib": "^2.3.0",
    "zone.js": "~0.11.4"
  },
  "devDependencies": {
    "@angular-devkit/build-angular": "~13.3.6",
    "@angular/cli": "~13.3.6",
    "@angular/compiler-cli": "~13.3.0",
    "@types/jasmine": "~3.10.0",
    "@types/node": "^12.11.1",
    "jasmine-core": "~4.0.0",
    "karma": "~6.3.0",
    "karma-chrome-launcher": "~3.1.0",
    "karma-coverage": "~2.1.0",
    "karma-jasmine": "~4.0.0",
    "karma-jasmine-html-reporter": "~1.7.0",
    "typescript": "~4.6.2"
  }
}
```

App.module

```
import { ApplicationRef, Injector, NgModule } from '@angular/core';
import { BrowserModule } from '@angular/platform-browser';
import { HttpClientModule } from '@angular/common/http';
import { AppRoutingModuleModule } from './app-routing.module';
import { AppComponent } from './app.component';
import { DecisionListComponent } from './decision-list/decision-list.component';
import { DecisionDetailsComponent } from './decision-details/decision-
details.component';
import { createCustomeElement } from '@angular/elements';

@NgModule({
  declarations: [
    AppComponent,
    DecisionListComponent,
    DecisionDetailsComponent
  ],
  imports: [
    BrowserModule,
    HttpClientModule,
    AppRoutingModuleModule
  ],
  providers: [],
  bootstrap: [AppComponent]
})
export class AppModule {
  constructor(private readonly injector: Injector) {}

  ngDoBootstrap(appRef: ApplicationRef) {
    const decisionProject = createCustomeElement(AppComponent, {
      injector: this.injector
    });

    customElements.define('decision-project', decisionProject)
  }
}
```

Decision-list.component.ts

```
import { Component, OnInit } from '@angular/core';
import { DecisionService } from '../decision.service';
import { Decision } from '../decision.interface';

@Component({
  selector: 'app-decision-list',
  templateUrl: './decision-list.component.html',
  styleUrls: ['./decision-list.component.css']
})
export class DecisionListComponent implements OnInit {
  decisions: Decision[] = [];

  constructor(private decisionService: DecisionService) {}

  ngOnInit(): void {
    this.decisionService.getDecisions().subscribe((data: any[]) => {
      this.decisions = data;
    });
  }
}
```

Decision-list.component.spec.ts

```
import { ComponentFixture, TestBed } from '@angular/core/testing';

import { DecisionListComponent } from './decision-list.component';

describe('DecisionListComponent', () => {
  let component: DecisionListComponent;
  let fixture: ComponentFixture<DecisionListComponent>;

  beforeEach(async () => {
    await TestBed.configureTestingModule({
      declarations: [ DecisionListComponent ]
    })
    .compileComponents();
  });

  beforeEach(() => {
    fixture = TestBed.createComponent(DecisionListComponent);
    component = fixture.componentInstance;
    fixture.detectChanges();
  });

  it('should create', () => {
    expect(component).toBeTruthy();
  });
});
```

Decision-details.component

```
import { Component, OnInit } from '@angular/core';
import { ActivatedRoute } from '@angular/router';
import { DecisionService } from '../decision.service';
import { Decision } from '../decision.interface';

@Component({
  selector: 'app-decision-details',
  templateUrl: './decision-details.component.html',
  styleUrls: ['./decision-details.component.css']
})
export class DecisionDetailsComponent implements OnInit {
  public decision: Decision;

  constructor(
    private route: ActivatedRoute,
    private decisionService: DecisionService
  ) {}

  ngOnInit(): void {
    const id = this.route.snapshot.params['id'];
    this.decisionService.getDecisionById(id).subscribe((data: any) => {
      this.decision = data;
    });
  }
}
```

```
import { ComponentFixture, TestBed } from '@angular/core/testing';

import { DecisionDetailsComponent } from './decision-details.component';

describe('DecisionDetailsComponent', () => {
  let component: DecisionDetailsComponent;
  let fixture: ComponentFixture<DecisionDetailsComponent>;

  beforeEach(async () => {
    await TestBed.configureTestingModule({
      declarations: [ DecisionDetailsComponent ]
    })
    .compileComponents();
  });

  beforeEach(() => {
    fixture = TestBed.createComponent(DecisionDetailsComponent);
    component = fixture.componentInstance;
    fixture.detectChanges();
  });

  it('should create', () => {
    expect(component).toBeTruthy();
  });
});
```

```
PerformanceIndicators.interface
{
  "performanceIndicators": {
    "codeCoverage": {
      "enabled": boolean,
      "threshold": number,
      "target": "PerformanceIndicatorsTarget.BACKEND"
    },
    "codeComplexity": {
      "enabled": boolean,
      "threshold": number,
      "target": "PerformanceIndicatorsTarget.FRONTEND"
    },
    "bugRate": {
      "enabled": boolean,
      "threshold": number,
      "target": "PerformanceIndicatorsTarget.OVERALL"
    },
    "responseTime": {
      "enabled": boolean,
      "threshold": number,
      "target": "PerformanceIndicatorsTarget.FRONTEND"
    },
    "uptime": {
      "enabled": boolean,
      "threshold": number, // percentage
      "target": "PerformanceIndicatorsTarget.FRONTEND"
    },
    "userSatisfaction": {
      "enabled": boolean,
      "threshold": number,
      "target": "PerformanceIndicatorsTarget.OVERALL"
    }
  }
}
```



```

PerformanceIndicators.mapper
export function PerformanceIndicatorsMapper(performanceData: PerformanceData):
PerformanceIndicators {
  const obj = {};
  const keyValuePairs = string.split(',');

  keyValuePairs.forEach(pair => {
    const [key, value] = pair.split(':').map(part => part.trim());
    const keys = key.split('.');

    let current = obj;
    keys.forEach((key, index) => {
      if (index === keys.length - 1) {
        current[key] = value;
      } else {
        current[key] = current[key] || {};
        current = current[key];
      }
    });
  });

  return obj;
}

```

Затверджую
Директор ТОВ «Андерсенлаб»
Олег АЛЕСІН
«03» лютого 2024

АКТ
про впровадження результатів дисертаційної роботи
«ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ
ПРОЄКТАМИ НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЙ»
Підкуйко Олександра Ігоровича

Динамічна зміна подій та розвиток науки і техніки при високому рівні стратегічної активності вимагає застосування нових підходів до управління проєктами, що забезпечить можливості проєктному менеджеру впливати та ситуацію та сприятиме підвищенню ефективності виконання процесів та задач, а також вмотивованого підходу до прийняття рішень.

Тому першочергового значення в проєктному менеджменті компанії набуває забезпечення гнучкості, мобільності, універсальності при досягненні високої продуктивності розробників, швидкості та адекватності прийняття рішень, що на сьогоднішній день є актуальною науково-практичною задачею.

Даним актом підтверджуємо, що запропоновані Підкуйко О.І. засоби, методи та моделі ситуаційного управління проєктами на основі застосування онтологій, що складають інформаційну технологію, були застосовані при реалізації проєктів, що виконувались на протязі 2022 та 2023 р., а саме

- модель ситуації в проєктах у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак;
- онтологічна модель ситуаційного управління проєктами;
- метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах.

Застосування інформаційної технології ситуаційного управління на основі онтологій сприяло підвищенню ефективності проєкту за рахунок уникнення перевитрати ресурсів та часу на 5 – 8%.

Директор ТОВ «Андерсенлаб»



Олег АЛЕСІН

Затверджую
Ректор Черкаського державного
технологічного університету
Олександр ГРИГОР
2024



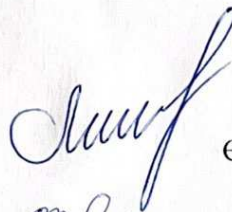
АКТ
про впровадження результатів дисертаційної роботи
Підкуйко Олександра Ігоровича в початковий процес кафедри інформаційних
технологій проектування
Черкаського державного технологічного університету

Комісія у складі: к.т.н., доцент Ланських Євген Володимирович, к.т.н., доцент Лавданська Ольга В'ячеславівна, к.т.н., доцент Рудницький Сергій Володимирович, розглянувши матеріали дисертаційного дослідження Підкуйко Олександра Ігоровича, постановила наступне:

При підготовці магістрів за ОП «IT Project Management» спеціальності 126 Інформаційні системи та технології в курсі лекцій дисциплін «Проектний аналіз та технології оцінювання IT проєктів», «Creative technological IT Project Management» використовуються результати дисертаційного дослідження, а саме:

- модель ситуації в проєктах у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак, що забезпечує формалізований опис ситуації, а також моніторинг та оцінку ситуації на основі зміни ситуативних факторів в режимі реального часу умов різкої зміни обставин та кризи;
- графоаналітична модель ситуаційного управління проєктами, що забезпечує можливості отримання причинно-наслідкового зв'язку між поточною ситуацією, ситуаційними цілями та рішеннями;
- метод ситуаційного прийняття рішення на основі індексу ефективності для різних ситуацій в проєктах, що спрощує процедуру вибору та прийняття управлінського рішення в ситуаціях різко змінюваних обставин та кризи.

Доцент кафедри ІТП,
к.т.н., доцент



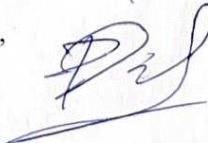
Євген ЛАНСЬКИХ

Доцент кафедри ІТП,
к.т.н., доцент



Ольга ЛАВДАНСЬКА

Доцент кафедри ІТП,
к.т.н., доцент



Сергій РУДНИЦЬКИЙ