

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

Прокопенко Валентин Андрійович

УДК 004:005.8:005.334] (043.3)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ  
ПРОЄКТІВ В УМОВАХ SCRUM**

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

\_\_\_\_\_ В .А. Прокопенко

Науковий керівник Лавданська Ольга В'ячеславівна, кандидат технічних наук,  
доцент

Черкаси – 2025

## АНОТАЦІЯ

**Пропопенко В. А. Інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum.** – 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, 2025.

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

В роботі було проаналізовано особливості застосування для забезпечення ефективного управління проєктами гнучких методологій Agile і Scrum, що сприяють підвищенню продуктивності розробників, зокрема в проєктах галузі інформаційних технологій. Досліджено, що проєкти, що реалізується в умовах застосування Scrum, характеризується впливом ризиків, включаючи негативні зміни в оточенні та кризові обставини. Тому важливого значення набувають процеси пов'язані з управлінням ризиками в умовах швидкої зміни обставин. Проведено аналіз існуючих методів і моделей управління ризиками проєктів з метою дослідження можливостей формалізації знань у вигляді простору компонентів, взаємопов'язаних спільними завданнями та цілями розробки, що необхідні для вирішення задачі розробки інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum. В умовах динамічно змінюваних обставин для більш ефективного управління проєктами актуальною є розробка та впровадження інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum.

В роботі показано, що існуючі програмні засоби та системи управління ризиками проєктів вимагають максимальної кількості інформації статистичного характеру та не враховують інформацію якісного характеру. Крім того не враховують можливості недостовірності, неповноти інформації, можливостей динамічних змін, що є наслідком незрілості процесів управління ризиками

проектів, що реалізуються в умовах Scrum. До того ж не всі програмні засоби мають можливості інтеграції з іншими програмами та базами даних для забезпечення цілісного підходу до управління ризиками і проектом в цілому. Тому необхідно розробити нові методи та програмно-інформаційні засоби управління ризиками проектів в умовах застосування Scrum, що забезпечать виконання функцій ідентифікації, оцінки, швидкого реагування на зміни та уникнення ризиків за рахунок вироблення адекватних та актуальних управлінських рішень та сприятиме підвищенню ефективності проекту.

Автором побудовано модель ситуаційного управління ризиками проектів у вигляді нечіткого ситуаційного графу, що забезпечить вибір стратегії та сприятиме виходу з ризикової ситуації. Дана модель наглядно демонструє вироблення рішень та визначення індексу досягнення цілей проекту на основі якого здійснюється оперативне прийняття управлінських рішень, а також визначення майбутньої стратегії.

Автором побудовано модель управління ризиками проектів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти, що забезпечить можливості оптимізації стратегічних рішень. Дана модель наглядно демонструє причинно-наслідкові зв'язки між факторами, що призводять до ризикової події, в динаміці та можливості уникнення ризику, а також формування пріоритетів і напрямків у відповідності до цілей проекту.

В роботі досліджено імітаційну модель управління ризиками проектів в умовах Scrum в різних ситуаціях на основі бінарної гри шляхом застосування сценарного підходу. Даний підхід дозволяє дослідити різні варіанти ризикових ситуацій та сформувати сценарій виходу з кризи, а також знайти компромісне рішення, що забезпечить задоволення всіх зацікавлених сторін.

Автором розроблено комплексний метод ситуаційного управління ризиками проектів на основі комбінованого застосування ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data. Результатом застосування даного комплексного методу ситуаційного управління ризиками проектів є дотримання часових обмежень, зменшення перевитрати ресурсів та

втрат в проєкті, а також адаптації до швидко змінюваних обставин та адекватного реагування.

Автором розроблено метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу шляхом комбінованого застосування когнітивного аналізу, математичного моделювання та експертних методів. Результатом застосування даного методу управління ризиками проєктів в умовах Scrum є підвищення ефективності проєктів за рахунок мінімізації впливу людського фактору.

В роботі обґрунтовано концепцію розробки інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum, що комплексно характеризує підходи до прийняття рішення в ризиковій ситуації, є основою розроблення методів та моделей управління ризиками проєктів в умовах Scrum, а також демонструє інноваційність підходу, враховуючи специфіку Scrum та особливості ризик-менеджменту. Також в роботі на основі використання сучасних інструментальних програмних засобів розроблено програмно-інформаційне забезпечення управління ризиками проєктів в умовах Scrum, складові якої інтегруються в загальну систему управління проєктом.

Автором проведено експериментальні дослідження на основі академічних прикладів проєктів, а також проєктів в умовах Scrum. Доведення адекватності моделей управління ризиками проєктів здійснено на основі побудови та оцінки багатофакторного регресійного рівняння, а також застосовано порівняння статистичних даних реалізації проєктів в умовах Scrum та їх оцінка за допомогою критерію Фішера.

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

**Ключові слова:** проєкт, ризики, Scrum, інформаційна технологія, прийняття рішень, комплексний метод, оцінювання, клієнт-серверна архітектура, оптимізація, імітаційне моделювання.

## ABSTRACT

**Prokopenko Valentyn. Information technology for project risk management under scrum conditions. - 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, 2025.

In the dissertation work, an actual scientific and applied task was developed a new information technology for project risk management based on Scrum, which will help to improve the efficiency of project management.

The paper analyzed the peculiarities of applying Agile and Scrum flexible methodologies to ensure effective project management, which help to increase developer productivity, in particular in information technology projects. It has been studied that projects implemented under Scrum are characterized by the influence of risks, including negative changes in the environment and crisis circumstances. Therefore, the processes associated with risk management in the face of rapidly changing circumstances are becoming increasingly important. An analysis of existing methods and models of project risk management is carried out to investigate the possibilities of formalizing knowledge in the form of a space of components interconnected by common tasks and development goals, which are necessary to solve the problem of developing project risk management information technology in Scrum. In the face of dynamically changing circumstances, the development and implementation of project risk management information technology based on Scrum is relevant for more effective project management.

The work shows that existing project risk management software and systems require the maximum amount of statistical information and do not take into account qualitative information. In addition, they do not take into account the possibility of unreliability, incompleteness of information, and the possibility of dynamic changes, which is a consequence of the immaturity of project risk management processes

implemented in Scrum. In addition, not all software tools have the ability to integrate with other programs and databases to ensure a holistic approach to risk management and the project as a whole. Therefore, it is necessary to develop new methods and software and information tools for risk management of projects implemented under Scrum, which will ensure the functions of identifying, assessing, responding quickly to changes, and avoiding risks by developing adequate and relevant management decisions, which will help increase project efficiency.

The author has built a model of project risk management in the form of a fuzzy situational column, which will ensure the choice of a strategy that will help overcome the risk situation. This model clearly demonstrates the development of decisions and the definition of an index for achieving project goals on the basis of which operational management decision-making is carried out, as well as the definition of a future strategy.

The author has built a model of project risk management under Scrum conditions has been built in the form of a fuzzy cognitive map, which would provide opportunities to optimize strategic decisions. This model clearly demonstrates the cause-and-effect relationships between the factors leading to a risk event, in the dynamics, and the possibility of avoiding risk, as well as setting priorities and directions in accordance with the project goals.

The work explores a simulation model of project risk management in Scrum in different situations based on a binary game using a scenario approach. This approach allows exploring different options for risk situations and formulating a scenario for overcoming the crisis, as well as finding a compromise solution that will satisfy all stakeholders.

The author has developed a comprehensive method of situational project risk management based on Big Data technology on the basis of combined application of situational management methods, intelligent and expert methods, as well as Big Data technology. The result of this method is compliance with time constraints, reducing resource overruns and losses in the project, as well as adapting to rapidly changing circumstances and adequate response.

The author has developed a method for managing project risks in Scrum conditions based on a cognitive approach. This will contribute to the systematization, monitoring, and control of risks under the conditions of complex, rapidly changing crisis circumstances. The result of the application of this comprehensive project risk management method under Scrum conditions is an increase in the efficiency of projects due to the minimization of the influence of the human factor, a reduction of losses in the project and overspending of resources.

In the work is substantiated the concept of developing information technology for project risk management in Scrum, which comprehensively characterizes approaches to decision-making in a risky situation, is the basis for developing methods and models for project risk management in Scrum, and demonstrates the innovativeness of the approach, taking into account the specifics of Scrum and the peculiarities of risk management.

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

The author has conducted experimental studies based on academic examples of projects in Scrum, as well as in real projects. The adequacy of project risk management models in Scrum is proved based on the construction and evaluation of a multivariate regression equation, as well as a comparison of statistical data on the implementation of various projects and their evaluation using the Fisher criterion.

The developed information technology for project risk management based on Scrum is of practical importance, thanks to the implementation of which the overall efficiency of projects and the overall economic effect of the company's activities in the field of information technology have increased.

**Key words:** project, risks, Scrum, information technology, decision making, comprehensive method, assessment, client-server architecture, optimization, the simulation modeling.

### Список публікацій здобувача

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

1. Tetiana Prokopenko, Yevhen Lanskykh, Valentyn Prokopenko, Oleksandr Pidkuiko, Yaroslav Tarasenko DEVELOPMENT OF THE COMPREHENSIVE METHOD OF SITUATION MANAGEMENT OF PROJECT RISKS BASED ON BIG DATA TECHNOLOGY. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1/3( 121), 38-45 DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274473 (**Scopus**)  
URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/274473/269897>
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. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292526> (**Scopus**)  
URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/292526>
3. Т.О. Прокопенко, В.А. Прокопенко Графодинамічне моделювання управління ситуаціями в інноваційних проєктах на основі методології Scrum. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Черкаси: ЧДТУ*, 2020. № 3. С.13 – 19 DOI: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.3.2020.211393> (*Фахове видання України категорії Б*)  
URL: <https://bulletin-chstu.com.ua/en/journals/t-25-3-2020/grafodinamichne-modelyuvannya-upravlinnya-situatsiyami-v-innovatsiynikh-proyektakh-na-osnovi-metodologiyi-scrum>
4. Т.О. Прокопенко, В.А. Прокопенко Комплексний підхід до оцінювання ефективності технологічного комплексу неперервного типу. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Черкаси: ЧДТУ*, 2017. № 3. С.10 – 15 URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2773/1/4.pdf> (*Фахове видання України категорії Б*)
5. Т.О. Прокопенко, В.А. Прокопенко Когнітивна модель управління ризиками технологічного комплексу неперервного типу. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Черкаси: ЧДТУ*, 2017. № 1. С.39 – 44 URL: [https://www.visnyk.chdtu.edu.ua/images/tech/1\\_2017/39-44\\_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf](https://www.visnyk.chdtu.edu.ua/images/tech/1_2017/39-44_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf) (*Фахове видання України категорії Б*)
6. Prokopenko, T., Grygor, O., Prokopenko, V., Lavdanska, O. (2024). Devising a project risk management method under scrum conditions based on cognitive approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (131), 18–26. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313050> (**Scopus**)  
URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/313050>



*Тези доповідей у збірниках праць міжнародних наукових конференцій:*

7. O. Lavdanska, V. Prokopenko Features of Developing Project Risk Models of Scrum-Based Projects in the Information Technology. // *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.165 URL: <https://drive.google.com/file/d/13R3VkfJtmeRMu7UtPxI-oY79iq2kSKbg/view>.
8. Лавданська О. В., Прокопенко В. А. РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АГЕНТНОГО ПІДХОДУ // *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. 13
9. Прокопенко В.А. Загальна концептуальна модель управління ризиками проєктів на основі Scrum. // *X 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. 133 с. URL: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>
10. Прокопенко В.А. ГРАФІЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТУ В УМОВАХ SCRUM. 2021. *IX Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»* 18-19 листопада 2021 року Черкаси-Харків-Баку-Бельсько-Бяла. Том 2: секція 4. С.26.
11. Prokopenko T., Prokopenko V. Features of project risk management in Scrum // *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.161. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d8fa4256-8bfd-479a-9a1f-e46805cea4a3/content>
12. Прокопенко В.А. КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ 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.36. URL: [https://drive.google.com/file/d/1f0cc\\_HaFDH4G3AI\\_NfwqfTjaMjyWBvkc/view](https://drive.google.com/file/d/1f0cc_HaFDH4G3AI_NfwqfTjaMjyWBvkc/view)
13. Prokopenko T.O., Prokopenko V.A. Comprehensive risk management for the continuous type of technological complexes // *Матеріали V Міжнародної*

науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 22 листопада 2018.

[Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2018 . С.233.

URL:<http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>

14. Лавданська О.В., Прокопенко В.А. Підхід до побудови моделі взаємодії суб'єктів освітнього ринку та закладу вищої освіти. *Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2024)*, (Черкаси, 23-24 травня 2024 р.) [Електронний ресурс]. Черкаси : ЧДТУ, 2024. С. 207

15. Прокопенко В. А, Лавданська О. В. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ SCRUM *Наукові праці Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АІІТ-2024)*, 3–4 червня 2024 р. (Київ, Україна). К. : НУХТ, 2024. с. 243-244. ISBN 978966-612-323-0

16. Прокопенко В. А. ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ОСНОВІ КОГНІТИВНОГО ПІДХОДУ. *Збірник тез доповідей III Міжнар. наук.-практич. конфер. «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій»* (22 лист. 2024 р., м. Черкаси) [Електронний ресурс] / упоряд. : Т. О. Прокопенко, О. І. Підкуйко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2024. – 29 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/1kLs1wflKJWZaq-SkbNepaYCEwK-aqsBB/view>

17. В.А. Прокопенко Особливості інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum. *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 27 листопада 2024 [Електронний ресурс]. – К: НУХТ, 2024. С. 140 -141. URL: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.

## ЗМІСТ

<b>ЗМІСТ</b>	10
<b>ВСТУП</b>	13
<b>РОЗДІЛ 1</b>	21
<b>АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ</b>	
1.1. Особливості управління ризиками проєктів в умовах Scrum	21
1.2. Аналіз методів і моделей управління ризиками проєктів	31
1.3. Аналіз існуючих інформаційних технологій управління ризиками проєктів	43
1.4. Постановка задачі дослідження	54
1.5. Висновки до розділу 1	57
Список використаних джерел до розділу 1	58
<b>РОЗДІЛ 2</b>	68
<b>МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ В УМОВАХ SCRUM</b>	
2.1. Модель ситуаційного управління ризиками проєктів	68
2.2. Когнітивна модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum	74
2.3. Імітаційна модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum в різних ситуаціях	82
2.4. Висновки до розділу 2	89
Список використаних джерел до розділу 2	90
<b>РОЗДІЛ 3</b>	92
<b>МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ В УМОВАХ SCRUM</b>	
3.1. Комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі Big Data	92
3.2. Метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу	97
3.3. Концепція розробки інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum	104
3.4. Висновки до розділу 3	110
Список використаних джерел до розділу 3	111
<b>РОЗДІЛ 4</b>	115
<b>ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	

	12
4.1. Програмно-інформаційне забезпечення інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum	115
4.2. Науково-практичні результати експериментальних досліджень	131
4.3. Результати досліджень в реальних умовах	137
4.4. Висновок до розділу 4	148
Список використаних джерел до розділу 4	149
<b>ВИСНОВКИ</b>	150
<b>ДОДАТКИ</b>	152

## ВСТУП

### Актуальність теми

Сучасні проєкти реалізуються в динамічних умовах швидкої зміни обставин, що пов'язані з нестабільністю сучасної економіки, політичної обстановки, зовнішньої політики та інших факторів. Процеси прийняття рішень в проєктах, що реалізуються в умовах Scrum, складають основу управлінської діяльності. Вони передбачають врахування складних факторів та впливів зовнішнього середовища, а також забезпечують належне функціонування і взаємодію. Оптимальні управлінські рішення дозволяють досягати мети при мінімальних витратах трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів. Тому для підвищення ефективності управління проєктами важливого значення набувають процеси пов'язані з управлінням ризиками: врахування ризиків, ризикових подій, оцінювання ризиків, дослідження умов та причин виникнення ризикових подій, розробка заходів зниження ймовірності ризику, уникнення настання ризику або зменшення витрат в результаті настання ризику.

Управління ризиками проєктів в умовах Scrum надає можливості врахувати невизначені фактори та розглядати всі можливі наслідки альтернатив, на основі яких передбачається вибір управлінського рішення. Неоднозначні ситуації, що виникають в проєкті, є непередбачуваними по своїй суті та впливають на ефективність проєкту. Динаміка реалізації проєкту спрямована на активізацію інноваційних технологій, що супроводжується постійними впливами факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ. Дослідження ризиків, їх аналіз та врахування факторів, що їх викликають, визначення можливих втрат, розробка заходів, що запобігають настанню ризикової події є важливими задачами, яким приділяється значна увага.

До особливих факторів, які необхідно враховувати під час дослідження ризиків проєктів в умовах Scrum, можна віднести наступні: характер взаємодії стейкхолдерів проєкту; оцінка часу, необхідного для виконання завдань; відповідність виконання завдання поставленій меті. Оцінка впливу відповідних факторів є складним і комплексним завданням, метою якого є визначення

ймовірності виникнення ризикової ситуації, наскільки негативними можуть бути результати впливів і наскільки це вплине на ефективність проєкту в цілому, наскільки будуть реалізовані поставлені цілі і наскільки можливо вийти за часові рамки проєкту. Тому управління ризиками проєктів в умовах Scrum слід розглядати як динамічну ситуацію, що складається з набору різноманітних взаємодіючих факторів. Деякі з цих факторів безпосередньо залежать від того, як дві групи зацікавлених сторін взаємодіють між собою. Інші залежать від непрямих впливів. Однак є фактори, які залежать і від зовнішніх впливів. Вирішувати такі проблеми за допомогою формалізованих методів і технологій досить складно, оскільки в цьому випадку об'єктом управління є ризикова ситуація, яка не тільки не формалізована, але й погано структурована.

Існуючі моделі та методи управління ризиками проєктів в умовах Scrum не забезпечують можливостей генерації управлінських рішень згідно поточної ситуації, дослідження причинно-наслідкового зв'язку між факторами, що породжують ризики, та ризиковими подіями, а також заходами боротьби з ризиками. Управління ризиками проєктів в умовах Scrum характеризується різкою зміною обставин та потребує розробки методів, що базуються на побудові й аналізі наочних формальних моделей конфігурації усіх факторів, що формують ризикову ситуацію. Розробка методів та моделей управління ризиками для проєктів в умовах Scrum дозволяє визначити динаміку досягнення цілей, реалізації задач, зміни показників ефективності проєкту при різних зовнішніх і внутрішніх умовах. Іншими словами, передбачити варіанти розвитку ризику в проєкті (у рамках конфігурації) і тим самим зменшити «невизначеність майбутнього».

Управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі моделювання динаміки конфігурацій ризику в проєкті забезпечить визначення ефективних стратегічних та оперативних рішень як результат інформованості про майбутні зміни у зовнішньому середовищі. При цьому важливим є дослідження динаміки розвитку проєкту з врахуванням ризику, розробка нових можливостей для подальшого розвитку проєкту; підготовка до можливих змін у бізнес-середовищі

для зменшення негативних наслідків несприятливих ситуацій і зменшення ризиків капіталовкладень. Тому для вирішення даного завдання необхідно застосувати комбінований підхід, в основі якого поєднання когнітивного аналізу, математичного моделювання, інтелектуальних та експертних методів, технології Big Data, а також ситуаційного управління. Розробка методів та моделей управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі комбінованого поєднання різних методів та підходів сприятиме пошуку найбільш раціональних варіантів проєктних та управлінських рішень.

У зв'язку з цим виникає **актуальна науково-прикладна задача** розробки нової інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum, 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., Бушуєвої Н.С., Yehorchenkov O., Khlevna I. P., Serrador, R. Turner.

Управління проєктами в умовах Scrum досліджується в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених Jeff Sutherland, Dominik Maximini, Кон М., Піхлер Р., Schwaber К., Грібков С.В., Smith G., Kolesnik A.L., Lavrischeva K., Slabospitsky O., Прокопенко Т.О, Лавданська О.В.

Дослідженням управління ризиками проєктів та розробкою інформаційних технологій займалися такі вітчизняні та зарубіжні науковці: Дмитрієв О. М., Рак Т.Є, Данченко О.Б., Прокопенко Т.О., Krishna Kumar, Verma A., David Cooper , Yue (Bright) Hong, Michael Ly, Hui-Min Lin та ін.

### **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 яких автор був виконавцем.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності управління проєктом за рахунок розробки нової інформаційної технології управління ризиками проєктів, що реалізуються в умовах Scrum.

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

- провести аналіз особливостей управління ризиками проєктів в умовах Scrum;
- провести аналіз існуючих методів і моделей управління ризиками проєктів;
- провести аналіз існуючих програмних засобів та систем управління ризиками проєктів;
- розробити модель ситуаційного управління ризиками проєктів у вигляді нечіткого ситуаційного графу;
- побудувати та дослідити модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти;
- розробити комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі комбінованого використання методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data;
- розробити метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу.

**Об'єктом дослідження** є процеси управління ризиками проєктів в умовах Scrum, зокрема в галузі інформаційних технологій.

**Предметом дослідження** є моделі, методи та інформаційні засоби управління ризиками проєктів в умовах Scrum.

**Методи дослідження**, що використані у дисертаційній роботі, базуються на методах системного аналізу, теорії графів, теорії нечітких множин при побудові та дослідженні моделей управління ризиками в умовах Scrum, а також якісних методів прийняття рішень та експертних методів; методи ситуаційного аналізу, сценарного підходу, нечіткої логіки, аналізу ієрархій застосовано при розробці



методів управління ризиками проєктів в умовах Scrum, а також технологія Big Data та експертні методи; статистичні методи, а також метод природного експерименту при впровадженні результатів дослідження в умовах реального проєкту.

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

1. Вперше розроблено модель ситуаційного управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткого ситуаційного графу, що забезпечує вибір стратегії, яка сприятиме виходу з ризикової ситуації;
2. Вперше побудовано та досліджено модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти, що забезпечить визначення оптимального стратегічного рішення в динаміці з врахуванням впливів різних факторів;
3. Вперше запропоновано комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів, який на відміну від існуючих характеризується комбінованим використанням методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, технології Big Data, що надасть можливість динамічного прийняття управлінських рішень в режимі реального часу, враховуючи наявність як структурованих, так і не структурованих даних;
4. Набув подальшого розвитку метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу, що сприятиме систематизації, моніторингу та контролю ризиків з мінімальним впливом людського фактору в умовах складних, кризових обставин для підвищення ефективності проєктів в умовах Scrum.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що розроблена інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum здійснює ідентифікацію ризиків, оцінювання, визначення відповідних заходів реагування, аналіз, моніторинг та контроль ризиків в проєктах, 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 Черкаському державному технологічному 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 Черкаському державному технологічному 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 «АНДЕРСЕНЛАБ», а саме при розробці програмного забезпечення інформаційної технології управління ризиками проектів в умовах 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 [9, 10, 12, 16, 17] виконувались без співавторства.

У спільних публікаціях автору належить такі результати: модель ситуаційного управління ризиками проектів в умовах Scrum у вигляді нечіткого ситуаційного графу, процедура ситуаційного управління ризиками проектів на основі застосування технології Big Data [1]; аналіз можливостей застосування ситуаційного аналізу в управлінні ризиками проектів в умовах Scrum [2]; дослідження можливостей графодинамічного моделювання ситуаційного управління в інноваційних проектах на основі Scrum [3]; аналіз можливостей застосування комплексного поєднання різних методів [4]; дослідження

можливостей застосування когнітивного підходу в процесі моделювання управління ризиками [5]; модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти, процедура управління ризиками проєктів в умовах Scrum [6]; дослідження особливостей розробки моделей управління ризиками проєктів в умовах Scrum [7]; аналіз особливостей розробки системи управління ризиками проєктів [8]; аналіз особливостей управління ризиками проєктів в умовах Scrum [11]; дослідження особливостей комплексного методу управління ризиками проєктів [13]; аналіз підходу до побудови моделі взаємодії суб'єктів [14]; імітаційна модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum [15].

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

VII - XI Міжнародній науково-технічній Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (2020 - 2024);

I – III Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій» (2022 - 2024);

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

I Міжнародна науково-практична конференція «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АІІТ-2024);

VII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2024).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 17 друкованих праць, у яких викладено основний зміст виконаних досліджень, з них 3 статті у фаховому виданні категорії Б та 3 статті у виданнях, що включено у міжнародну наукометричну базу даних Scopus, 11 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, основної частини, що включає 4 розділи, висновки, список використаних джерел, який містить 127 найменувань, додатків. Загальний обсяг роботи складає 184 сторінки. Основна частина містить 152 сторінки, включаючи 25 рисунків і 10 таблиць.

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1. Особливості управління ризиками проєктів в умовах Scrum

В сучасних динамічних умовах невизначеності управління проєктами в різних галузях, зокрема галузі інформаційних технологій (ІТ) набуває тенденцій інтегральної реакції на зовнішні і внутрішні збурення в режимі реального часу. Проєкти характеризується вкладеністю, відкритістю, тісною взаємодією елементів управління, необхідністю контролю та зосередження всієї інформації в одному елементі, наявністю зворотних зв'язків, непередбачуваністю поведінки в деяких ситуаціях і т. п. В ризикових умовах, що породжуються невизначеністю зовнішнього середовища та внутрішнього стану, для забезпечення ефективних управлінських процесів першочерговою вимогою є забезпечення гнучкості розробки програмного забезпечення та мобільності, а також швидкості і адекватності прийняття рішень. Своєчасне досягнення запланованих результатів необхідно забезпечити на основі високої продуктивності відповідно до стратегій зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки.

ІТ галузь характеризується застосуванням проєктного підходу, який базується на використанні гнучких методологій розробки програмного забезпечення, що обумовлюється не лише якістю готового програмного продукту, а й якістю завдань, що виконуються. Сучасні ІТ кампанії для забезпечення ефективного управління все частіше застосовують такі гнучкі методології як Agile, зокрема Scrum, що сприяють підвищенню продуктивності розробників. Як зазначено в [1-3], гнучка розробка програмного забезпечення (англ. Agile software development) є методологією, в основі якої є ітерація, тобто короткий цикл, що забезпечує мінімальний приріст програмного продукту. При цьому ІТ проєкт розглядається як активний [4], де вся сукупність процесів виконуються багатофункціональною командою, що самоорганізовується, і спрямований на досягнення цілей, що характеризуються певними інноваціями. В умовах застосування Scrum, що згідно [6, 7] являє собою гнучкий процес розробки програмного забезпечення з безпосереднім контролем якості, термінів та

тривалості проєкту, його вартість потребує постійного коригування. Тому важливого значення набувають процеси забезпечення проєктного менеджменту достовірною та своєчасною інформацією в повному обсязі.

В управлінні проєктами, в основі якого є Agile методологія розробки програмного забезпечення, зокрема Scrum, успіх прийняття правильних та точних оперативних рішень залежить від наявної інформації. Це забезпечить можливість оцінити ймовірні потенційні результати, а також сприятиме підвищенню продуктивності розробників. Як зазначено в [1–7], процес розробки програмного забезпечення на основі Agile software development вимагає постійного коригування вартості проєкту з безпосереднім контролем якості, термінів і тривалості в рамках кожної ітерації. Scrum забезпечує можливості інноваційного підходу в системі управління. Однак при цьому для кожної ітерації 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 ризикових умовах.

Як вказано в [8], ризик визначається як наслідок прийняття управлінського рішення в умовах невизначеності, що описується сукупністю: подія, ймовірність цієї події, втрати. Ризики в проєктах, що реалізуються в умовах Scrum, впливають на ефективність проєкту та є умовою при визначенні спрямованості управлінських дій. Тому в ході реалізації проєктів важливого значення набуває управління ризиками, що є наслідком невизначених ситуацій та вимагає врахувати досить нові та складні фактори, які в різному ступені визначають успішність проєкту. Управління ризиками проєктів спрямоване перш за все на вирішення складного комплексного завдання, мета якого підвищити ефективність управління проєктом в цілому. При цьому важливого значення набувають процеси врахування ризиків, ризикових подій, оцінювання ризиків. Також необхідним є дослідження умов та причин виникнення ризикових подій, розробка заходів зниження ймовірності

ризик, уникнення настання ризику або зменшення витрат в результаті настання ризику [1].

Динаміка реалізації проєкту, зокрема в ІТ галузі, потребує чіткої постановки задач, чіткого розподілу процесів між виконавцями, чіткої координації дій та рішень, адаптації до стилю командної роботи. У процесі управління проєктом необхідно забезпечити прийняття оптимальних рішень у кожен поточний момент, щоб досягти поставленої мети в майбутньому, виходячи з того, що як навколишнє середовище, так і умови реалізації проєкту будуть змінюватися. Однак у більшості випадків досить важко передбачити, як відбуватимуться ці зміни. Тому більшість ІТ компаній у ході реалізації проєктів обирають застосування гнучкої методології Scrum, що забезпечує як контроль якості продукту, так і якість безпосередньо виконання процесів. Головним ресурсом проєкту в умовах Scrum є трудовий ресурс, тобто люди з їхніми цінностями, ментальністю, характером, моделлю поведінки. Якщо зважити на той факт, що у складних ситуаціях можлива відсутність згоди між різними зацікавленими сторонами, то однією з центральних проблем у майбутньому управлінні проєктом в умовах Scrum є невизначеність щодо змін, стресових ситуацій, конфліктів, яку не варто недооцінювати. Моделі поведінки всіх зацікавлених сторін проєкту в умовах Scrum досить важко спрогнозувати з огляду на можливості виникнення ризикових ситуацій, що впливають на стабільність проєкту. Невизначеність людської поведінки залежить насамперед від факторів впливу зовнішнього середовища, несподіванкою їх появи та характеризується відсутністю прецедентів у минулому.

Проєкт в умовах Scrum розглядається як складна організаційно-технологічна система [9], яка характеризується комплексними підходами в управлінні, а також суворими стандартами та принципами. Особливості розробки проєктів, а саме функціональні та інформаційні моделі, особливості структурної методології, можливості застосування CASE-технологій, основні моделі життєвого циклу програмного продукту сприяли формуванню методології управління проєктом [10, 11,12]. Однак у процесі реалізації проєкту в умовах

Scrum необхідно враховувати можливості різних ситуацій, які можуть призвести до негативних наслідків та вплинути на ефективність проєкту.

Впродовж життєвого циклу проєкту в умовах Scrum може відбуватись значна кількість подій, які важко передбачити та дослідити кількісними методами. Знання та вміле застосування як ситуаційних підходів до управління, так і комплексних методів забезпечить можливості проєктному менеджеру впливати та ситуацію, що сприятиме підвищенню ефективності виконання процесів та задач, уникненню ризиків, а також вмотивованого підходу до прийняття рішень. Сутність цього підходу полягає в тому, що однакові функції управління по-різному реалізуються у конкретних ситуаціях [13]. Тобто, ситуаційний підхід ґрунтується на тому, що пріоритетність прийняття рішення визначається ситуацією [14]. Через те що існує безліч факторів як у проєкті, так і у зовнішньому середовищі, не існує єдиного "кращого" рішення. Для кожної конкретної ситуації найефективнішим є рішення, що найбільш повною мірою відповідає її стану.

Проєкт в умовах реалізації Scrum характеризується складністю структур, наявністю багатьох цілей, активністю, недетермінованістю, роз'єднаністю та різнорідністю окремих груп розробників за рівнем кваліфікації та сформованим традиціям використання тих чи інших інструментальних засобів, наявними обмеженнями на фінансові та часові ресурси. 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 ризиковими факторами, ризиками, цілями, задачами та кінцевим результатом. Інформацію про фактори оточуючого середовища та внутрішнього стану проєкту в умовах Scrum можна отримати із застосуванням методу експертних оцінок. Тому ефективним є комбіноване поєднання інтелектуальних та експертних методів, що забезпечить отримання синергетичного ефекту та підвищить якість результатів.

Як зазначено в [1-7], Scrum являє собою каркас процесу, в якому визначено методи та ролі. Згідно з гнучкою методологією Scrum [1-7], всі зацікавлені сторони проєкту поділяються на дві групи. З одного боку, регулярно та повністю



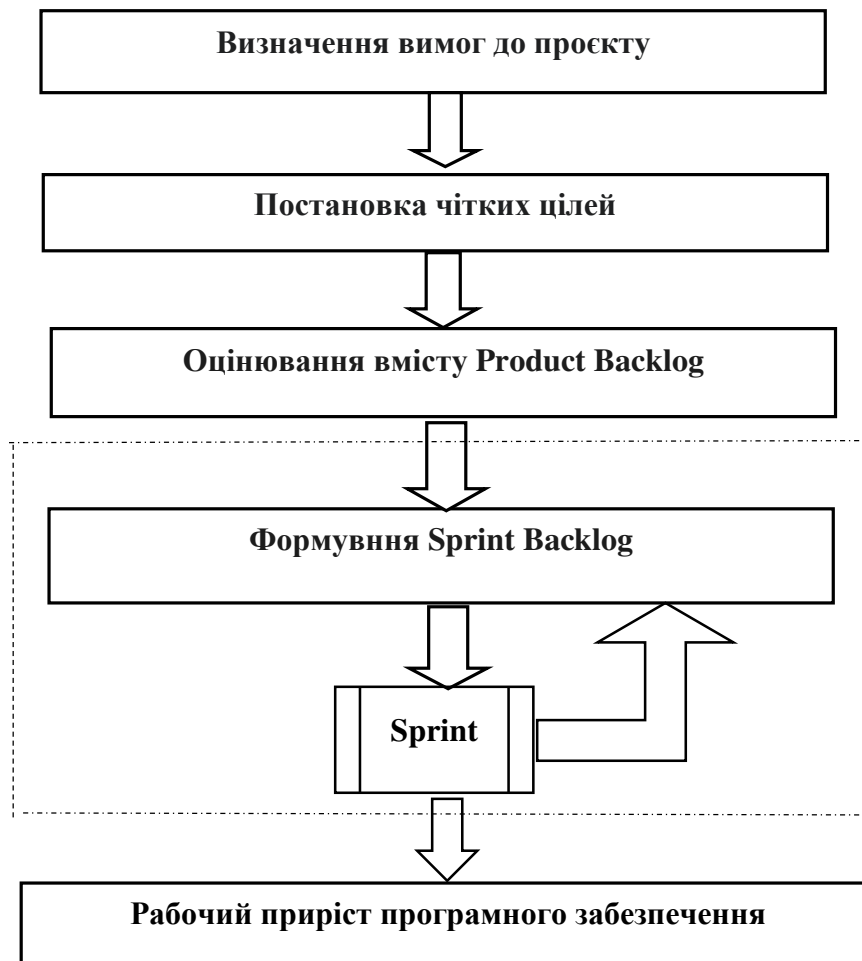
здіянні команда розробників (Scrum Team) та керівник (Scrum master), а також власник продукту (Product owner). Тоді як з іншого ті, які зацікавлені (і задіяні) у проєкті, але не мають прямого відношення до безпосередніх процесів розробки, проте потреби, бажання, ідеї та вплив яких враховується. Однак даним учасниками проєкту не завжди дозволяється безпосередньо впливати, видозмінювати чи включатися до IT проєкту. До них відносяться користувачі (Users), клієнти та продавці (Stakeholders), експерти-консультанти (Consulting Experts), тому можливість появи суперечностей внаслідок залежності виконання завдань від різних виконавців та груп може призвести до виникнення ризикових ситуацій, а це, у свою черга, до втрат часу реалізації та позначиться на ефективності проєкту.

Основою Scrum є Sprint [1-7], тобто часовий інтервал тривалістю від одного тижня до одного місяця, протягом якого реалізується ітерація IT проєкту. Завершенням Sprint є отримання нової робочої версії IT продукту. Кожна ітерація Sprint починається із планування, тобто Sprint Planning. Формування Product Backlog є вихідною ситуацією. При цьому здійснюється оцінка змісту Product Backlog, тобто документа, що містить список функціональних вимог до продукту із зазначенням пріоритетності. Формування Sprint Backlog здійснюється на основі Product Backlog і є наступним етапом. Функціональні вимоги з Product Backlog, які вибирає Product owner, формують Sprint Backlog. Усі функціональні вимоги розподілені згідно задач (Tasks), які потрібно виконати та з яких складається Sprint. Крім цього, для Sprint важливим моментом є формулювання мети, що є мотивуючим фактором і досягається за рахунок реалізації задач Sprint Backlog. Для ефективного вирішення кожної задачі доцільним є наявність декількох альтернативних варіантів рішень, що сприятиме оптимізації командної роботи для досягнення глобальної мети.

У результаті Sprint значної ролі грають щоденні збори членів проєктної команди, тобто Daily Scrum, коли відбувається оцінка поточної ситуації та розробляються подальші дії та рішення. При цьому важливим є уникнення ризиків в процесі управління проєктом. Тому застосування ситуаційного аналізу на

початку Sprint та при проведенні Daily Scrum сприяє вибору більш точних та адекватних рішень, що відповідають поточній ситуації, що забезпечить можливість уникнути ризику конфліктних ситуацій та суттєво дозволить скоротити час реалізації проєкту.

Як зазначено в [15], процес реалізації IT проєкту в умовах застосування Scrum виглядає наступним ном (рис.1.1):



**Рисунок 1.1 – Схема реалізації IT проєкту в умовах Scrum**

Реалізація проєкту досить часто здійснюється під впливом негативних змін в оточенні та обставинах, що характеризуються як ризикові. Тому важливого значення набувають процеси пов'язанні з управлінням ризиками, що є об'єктом даного дослідження. Оцінювання ризиків, дослідження умов та причин виникнення ризикових подій, розробка заходів зниження ймовірності ризику, застосування заходів зменшення витрат в результаті настання ризику складає сутність задачі управління ризиками. Враховуючи зміни в оточенні, що

виникають через множину таких факторів, як конкуренція, політика, інновації, соціальні, економічні, ринкові фактори, прогнозування ризиків сприяє підвищенню ефективності проєкту. Ефективність проєкту є переважним критерієм при визначенні спрямованості управлінських дій.

Управління ризиками проєктів є слабо структурованою проблемою, що характеризуються неможливістю використання методів і моделей, заснованих на точному описі проблемних ситуацій. Тому для вироблення рішень в ході управління ризиками проєкту доцільним є використання методів та методик на основі комбінованого застосування ситуаційного підходу [16], нечіткої логіки, теорії графів [17], а також технології Big Data [18]. При цьому моделі логічного висновку і подання знань все більше адаптуються до опису складних систем, враховуючи як ієрархічність, так і можливість зручного об'єктно-орієнтованого опису систем. З цією метою модифікується формальний базис логічного висновку і реляційної алгебри [19].

Управління ризиками є одним з найбільш складних класів задач підтримки прийняття рішень. Ряд особливостей зазначеного класу задач не дають змоги застосовувати підходи до розробки методів, що засновані на побудові моделей об'єктів управління та їх аналізі [20]. Як досліджено в [16], такими властивостями є:

- високі вимоги до якості і оперативності управління при наявності дефіциту часу на вироблення і прийняття керуючих рішень;
- велика кількість факторів, які враховуються у процесі прийняття рішень, що складно та неможливо коректно сформулювати аналітично;
- неповнота, неточність, а найчастіше, недостовірність інформації, на основі якої виробляються рішення;
- зміна якості інформації в процесі вироблення рішень;
- якісний характер опису ситуацій і керуючих рішень;
- наявність ряду функціональних аспектів управління;
- швидко змінні цілі управління;
- унікальність умов конкретних задач прийняття рішень;

– наявність якісної та стохастичної невизначеності при описі результатів керуючих рішень;

– необхідність врахування наслідків управлінських рішень.

Управління ризиками проєктів в умовах Scrum відноситься до проблемних областей, особливості яких дозволяють обґрунтувати перспективність побудови методів на основі ситуаційного підходу, визначальним принципом якого є формування не стільки моделі самого об'єкта, скільки моделі управління ним.

Крім того, особливості управління ризиками в умовах Scrum вимагає застосування методів та технологій, що відрізняються від традиційних методологій управління проєктами. Основні аспекти управління ризиками в умовах Scrum включають наступні [7, 8]:

1. Scrum використовує короткі ітерації (спринти), що дозволяє швидко і регулярно оцінювати ризики. Це дає можливість швидко реагувати на зміни та мінімізувати потенційні негативні наслідки. Тому, ітеративний підхід сприяє контролю та моніторингу ситуації в проєкті.

2. Постійний огляд і адаптація є частиною процедури ідентифікації ризиків. На кожному етапі спринту проводяться щоденні зустрічі (Daily Stand-ups), огляди спринтів (Sprint Reviews) та ретроспективи (Sprint Retrospectives). Це дозволяє виявляти ризики на ранніх стадіях та приймати коригувальні дії.

3. Прозорість і комунікація забезпечує підвищення продуктивності командної роботи. В Scrum прозорість є ключовим принципом. Всі учасники команди знають про поточний стан проєкту та можливі ризики, що дозволяє ефективно їх обговорювати і управляти ними.

4. Гнучкість і адаптивність сприяє ефективному управлінню ресурсами. Scrum забезпечує гнучкість у підході до вирішення проблем і управління ризиками. Команда може швидко адаптуватися до змін і перерозподіляти ресурси для мінімізації ризиків.

5. Планування спринтів включає прогнозування та оцінку ризиків. Під час планування спринту команда визначає найважливіші задачі і ризики, що дозволяє сфокусувати зусилля на найбільш критичних аспектах проєкту.

6. Ролі та відповідальності диференціює розподіл задач та обов'язків в проєкті. В Scrum чітко визначені ролі (Scrum Master, Product Owner, Development Team), що сприяє ефективному управлінню ризиками. Scrum Master забезпечує, щоб команда дотримувалась процесу і методології, а Product Owner відповідає за пріоритизацію завдань і управління вимогами.

7. Канбан-дошка і інші візуалізаційні інструменти допомагають уникнути двозначностей та сприяють точності представлення даних в проєкті. Використання таких інструментів допомагає команді візуально відстежувати прогрес і виявляти потенційні ризики на ранніх етапах.

Ці особливості роблять управління ризиками ефективним та динамічним, дозволяючи команді швидко реагувати на зміни і забезпечувати успішну реалізацію проєкту.

Традиційно, управління ризиком базується, згідно [21, 22], на наступних основних принципах:

1. Використання всіх можливих (морально та юридично допустимих) засобів для уникнення або зниження рівня ризику, пов'язаного з значними (катастрофічними) збитками.

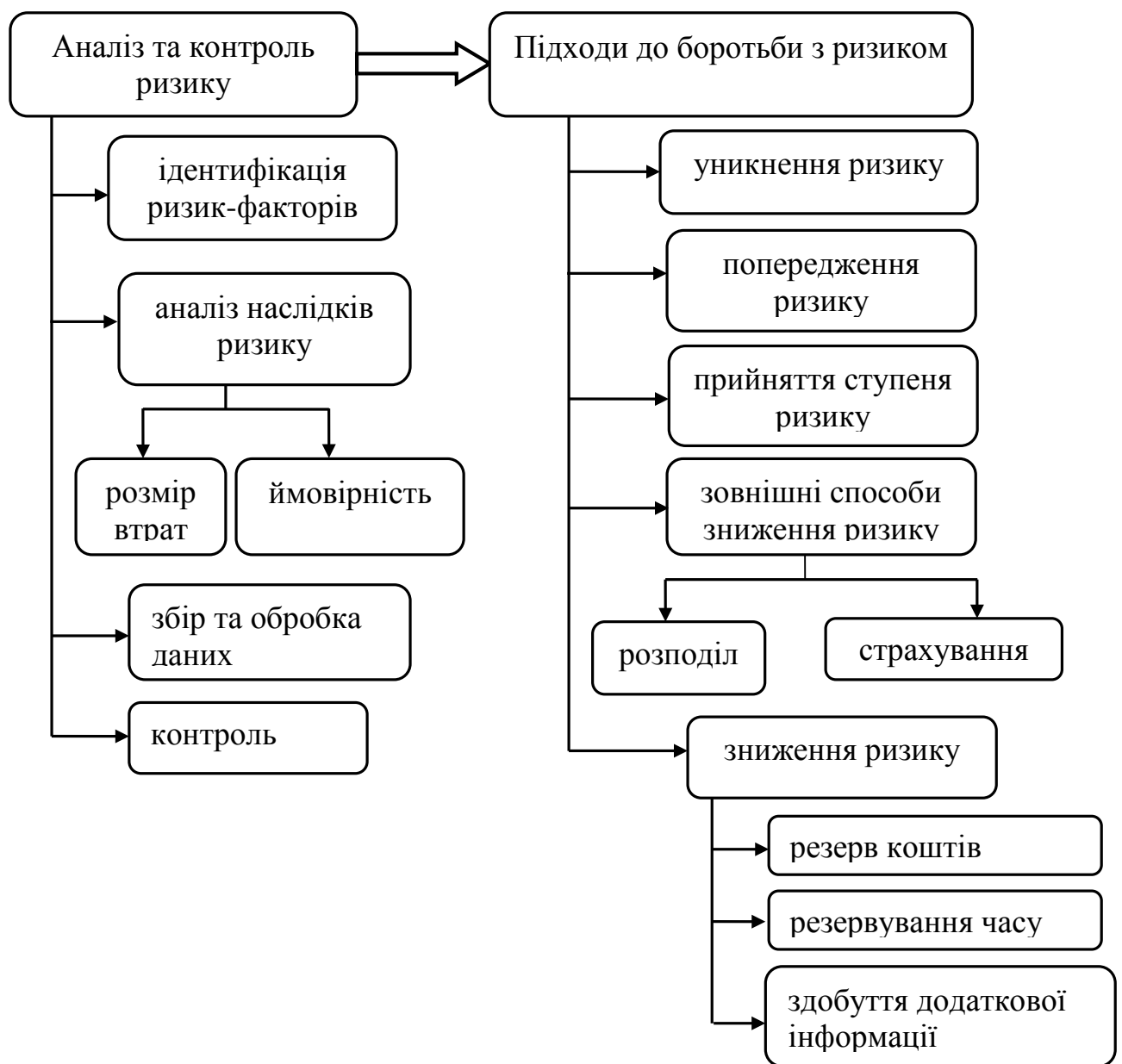
2. Контроль ризику, коли його неможливо повністю уникнути (якщо це значний ризик), оптимізація рівня ризику або максимальне зниження обсягів та ймовірності можливих збитків.

3. Свідоме прийняття (збереження) або навіть збільшення рівня ризику, якщо це має сенс.

Перш за все для здійснення ефективного управління ризиками необхідно визначити, яким видом невизначеності породжується ризик, а також які причини настання ризикової події. В [23] авторами розглянуто класифікацію невизначеностей, виділені суб'єктивні й об'єктивні причини невизначеності, що забезпечує дослідження факторів, що породжують ризик у життєвому циклі і при функціонуванні продукту ІТ проєкту. Протягом життєвого циклу в проєкті може відбуватися велике число подій, які важко передбачити. Настання цих подій можливе внаслідок впливів тих чи інших факторів як в зовнішньому середовищі,

так і в проєкті. Їх можна дослідити за різними сценаріями та визначити їх ймовірність. Вироблення адекватних заходів боротьби забезпечить зменшення витрат ресурсів та втрат в ІТ проєкті, що забезпечить підвищення ефективності проєкту.

Інститут програмної інженерії (Software Engineering Institute, SEI) запропонував процедуру управління ризиками [24], що складається з наступних етапів: ідентифікація, аналіз, планування контрзаходів, облік та контроль. На основі цього в [25] представлено базову процедуру управління ризиками ІТ проєкту(рис. 1.2).



**Рисунок 1.2 - Базова процедура управління ризиками ІТ проєкту [25].**

Таким чином, для проєктів, що реалізуються в умовах застосування Scrum, нестабільність навколишнього середовища та внутрішньої динаміки змін ускладнює точне прогнозування майбутніх результатів та перспектив. У процесі управління проєктом важливо враховувати ризики, ризикові події, управляти ризиками та розробляти методи попередження та уникнення ризикових подій. Застосування гнучкої методології Scrum дозволяє ефективно управляти ризиками завдяки регулярним ітераціям, тісній співпраці команди та постійному зворотному зв'язку. Хоча Scrum не передбачає формального процесу управління ризиками, його основні принципи сприяють мінімізації ризиків через гнучкість, прозорість і адаптивність. Основний виклик полягає у впровадженні додаткових практик ризик-менеджменту для формалізації процесу і забезпечення контролю над ризиками. Тому доцільним є розробити інформаційну технологію управління ризиками проєктів в умовах Scrum, яка забезпечить виконання функцій ідентифікації, оцінки, швидкого реагування на зміни та уникнення ризиків за рахунок вироблення адекватних та актуальних управлінських рішень, що сприятиме підвищенню ефективності проєкту.

## **1.2. Аналіз методів і моделей управління ризиками проєктів**

Класична теорія у відповідності до [26], розглядає невизначеність як неповноту або недостовірність інформації про умови реалізації рішення, наявності фактора випадковості чи протидії. Невизначеність - одне з центральних понять в сучасній теорії і практиці управління. Управління складними об'єктами, зокрема проєктами в галузі інформаційних технологій, здійснюється під впливом невизначених факторів. До них відносяться такі фактори зовнішнього і внутрішнього середовища, значення яких невідомі або відомі не повністю. Незважаючи на дефіцит інформації, можливий вплив невизначених факторів має враховуватися в процесах прийняття управлінських рішень. Якщо це відбувається, то говорять про прийняття рішень в умовах невизначеності. У загальному випадку невизначеність в моделях прийняття

рішень слід розуміти як наявність декількох можливих результатів кожної альтернативи. Дійсно, в повсякденному розумінні невизначеність звичайно зв'язується з такими характеристиками, як непередбачуваність, випадковість, неоднозначність, нечіткість. Якщо фактори, що впливають на прийняття рішення, мають ці властивості, то не можна говорити про будь-які результативні альтернативи. У цих умовах необхідно розглядати всі можливі результати або хоча б найбільш ймовірні з них.

В загальному підході, згідно[27], ризик розглядається як характеристика стану системи (наслідки управлінського рішення тощо), що функціонує в умовах невизначеності, та описується сукупністю подій, ймовірності цієї події і функції втрат. Іноді ризиком називають очікуваний збиток, а рівнем безпеки – різницю між максимальним і очікуваним збитком. Згідно [28], ризик – це ситуація, коли результат здійснення певного процесу не відомий, але відомі, його можливі альтернативні наслідки і достатньо інформації для того, щоб оцінити ймовірність настання цих наслідків. Ризик виникає тільки в умовах невизначеності. Невизначеність виступає необхідною і достатньою умовою ризику в прийнятті рішень. Можна сказати також, що невизначеність породжує ризик. Тому більш точним є визначення, згідно з яким ризик розуміється як можливість несприятливого результату в умовах невизначеності [29].

Для здійснення ефективного управління ризиками необхідно визначити перш за все яким видом невизначеності породжується ризик, а також які причини настання ризикової події. На основі класифікації невизначеностей, що розглянуто в [23], виділені суб'єктивні й об'єктивні причини невизначеності, що породжують ризик. Ризики в управлінні ІТ проектом виявляються внаслідок невизначеності або ж недостатнього обсягу знань, що стосуються всіх можливих майбутніх подій у життєвому циклі і при функціонуванні продукту ІТ проекту. План розробки ІТ проекту являє собою підготовлений прогноз запланованих подій. Протягом життєвого циклу проекту може відбуватися велике число подій, не внесених у цей план, склад яких необхідно мінімізувати. Ці події можна



розділити на сприятливого і несприятливі для створення і функціонування програмного продукту у майбутньому.

Ризики породжуються різними факторами зовнішнього середовища та внутрішнього стану ІТ проєкту. Тому, в загальному вигляді ризики ІТ проєкту можна розподілити наступним чином [30]:

1. Внутрішні ризики, які породжуються факторами внутрішнього стану ІТ проєкту та до яких відносяться.

1.1. Ризики процесів і процедур управління проєктом, що пов'язані з настанням проблемних ситуацій в ході ІТ проєкту:

- ризики ідентифікації;
- ризики стратегії і планування проєкту;
- ризики оцінок;
- припустимі результуючі ризики при скороченні або усуненні загроз;
- ризики документування;
- ризики прогнозування розвитку й удосконалювання проєкту.

1.2. Технічні ризики, що пов'язані з визначенням вимог й особливостями об'єкта — програмного засобу:

- функціональні характеристики;
- характеристики якості;
- надійність;
- прийнятність;
- тимчасова продуктивність;
- повторне використання компонентів.

1.3. Вартісні ризики, що пов'язані з вартісними операціями в ІТ проєкті:

- обмеження сумарного бюджету;
- недоступна, фіксована вартість проєкту ІС;
- ступінь реалізації при оцінюванні витрат на проєкт ІС.

1.4. Планові ризики, що пов'язані зі змінами в проєкті:

- властивості і можливості гнучкості зміни планів;
- можливості порушення установлених віх — термінів етапів;

- реалізація планів і етапів життєвого циклу.

2. Зовнішні ризики, які породжуються факторами зовнішнього середовища ІТ проєкту:

- інвестиційні ризики, що характеризуються можливим знеціненням інвестиційного портфелю ІТ проєкту;
- ринкові ризики, які пов'язані зі зміною ринкової ситуації в зовнішньому середовищі;
- політичні ризики, що пов'язані зі зміною політичної ситуації в зовнішньому середовищі;
- форс-мажорні ризики, які важко передбачити.

Класифікація ризиків ІТ проєктів в умовах Scrum представлено в Додатку А.

Дослідження задач управління ризиками базується на використанні різних моделей та методів, що характеризуються наявністю та повнотою початкової інформації. У відповідності до [31], на основі залежності від повноти початкової інформації ризикові ситуації розподіляють на три групи:

- ситуації з достатнім обсягом статистичних даних для визначення закону розподілення ймовірностей ( в тому числі перевірки необхідних статистичних гіпотез) настання ризикової події;
- ситуації з недостатнім обсягом статистичних даних для визначення закону розподілення ймовірностей настання ризикової події;
- ситуації з відсутністю статистичної інформації про можливість настання ризикової події.

Існуючі традиційні методи управління, такі як «метод дерева рішень», метод «платіжної матриці», різні ігрові моделі і таке інше, надають можливості прийняття рішення в ситуаціях, коли можлива ймовірно-статистична оцінка наслідків рішень, тобто в умовах повної інформованості. Тому їх неможливо застосувати при наявності ризикових ситуацій третього типу. Виникає необхідність застосування для зниження ступіню невизначеності та ризиків в управлінні ІТ проєктів експертної інформації, яка надасть можливості оцінити

ймовірність виникнення ризикових ситуацій за допомогою порядкових рангів шкал, визначити ступінь впливу факторів ризику різної природи на цільові показники ІТ проєкту, а також виявити найбільш значущі фактори ризику.

Автори [20] розглядають узагальнюючу технологію врахування та аналізу ризику, що передбачає такі два етапи. На першому етапі вирішується задача синтезу оптимального механізму управління. Якщо невизначені фактори відсутні (модель детермінована), то необхідність управління ризиком відсутня. Якщо в моделі присутні невизначені фактори, то може бути отримано параметричне рішення задачі синтезу. Якщо значення невизначеного параметра стане відомим на момент прийняття рішення, то можливо безпосереднє використання параметричних рішень. В іншому випадку можливі два варіанти.

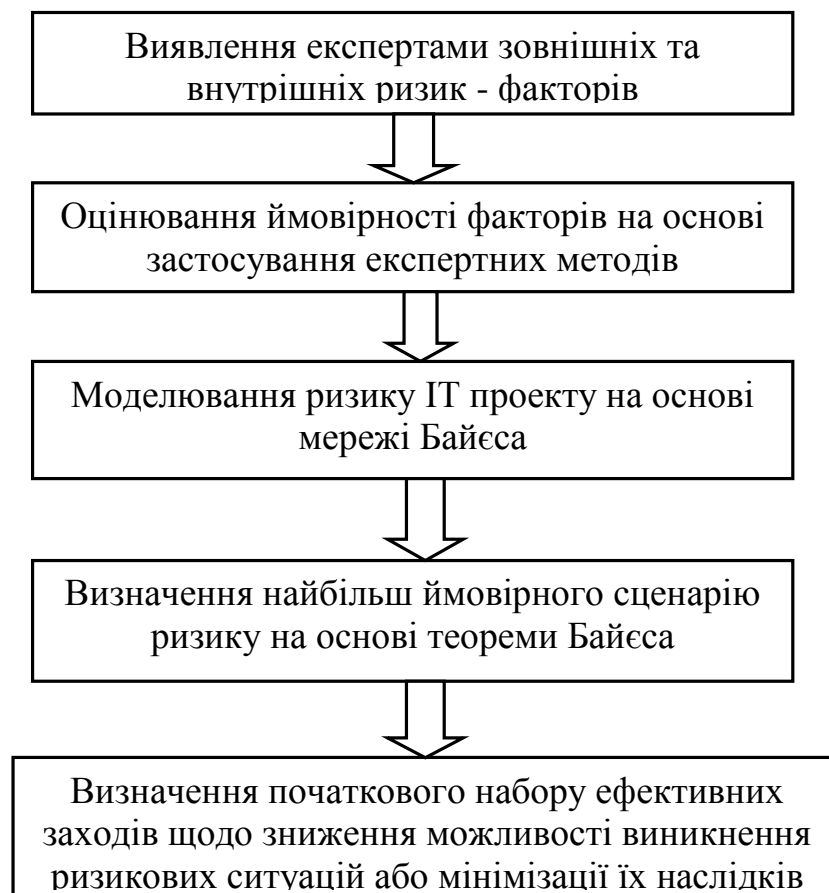
Одним з підходів може бути усунення невизначеності і рішення детермінованої задачі, тобто розрахунок на найгірший випадок, очікувану корисність і т.д. При цьому управління ризиком полягає в аналізі залежності оптимального рішення від інформації, наявної про невизначений параметр.

Іншим підходом до управління ризиком є дослідження залежності оптимального рішення від значень невизначених параметрів, і пошук рішення, оптимального в рамках наявної інформації про можливі значення невизначених параметрів. Прикладами є: аналіз чутливості (стійкості) рішення за параметрами моделі, використання рішень, що володіють максимальною гарантованою ефективністю в заданій області значень невизначених параметрів, а також застосування узагальнених рішень - сімейства параметричних рішень задачі управління, в якому параметром є втрати в проєкті, залежні від області значень параметрів моделі, в якій дане рішення є ефективним.

У відповідності до розглянутої теорії [20] Існують два основні класи методів боротьби з ризиками. Перший клас методів спрямований на зниження ризику виникнення несприятливих і надзвичайних ситуацій. До цього класу належать зовнішні та внутрішні економічні методи, що забезпечують зниження рівня ризику: стимулювання, оподаткування, квотні, резервування та інші. До другого класу відносяться методи перерозподілу ризику (страхування),

спрямовані, в першу чергу, не на зниження рівня ризику, а на його перерозподіл і зниження негативних наслідків настання несприятливих подій.

Автори [25] також вважають, що методи, які використовуються для аналізу та оцінювання величини ризику, зазвичай, є кількісними. Однак повний кількісний аналіз є неможливий в ситуаціях з відсутністю статистичної інформації про можливість ризикової події. Тому в роботі [25] пропонується довідження встановлення причинно-наслідкового зв'язку між ризиком та факторами, що його породжують. Інформацію про фактори зовнішнього середовища та внутрішнього стану ІТ проєкту можна отримати із застосуванням методу експертних оцінок. Тому ефективним є комбіноване поєднання інтелектуальних та експертних методів, що забезпечить отримання синергетичного ефекту та підвищить якість результатів. У відповідності до даної процедури у [25] запропоновано комплексний метод управління ризиками ІТ проєкту, що складається з наступних етапів (рис. 1.3):



**Рисунок 1.3** - Схема комплексного методу управління ризиками ІТ проєктів.

Перший та другий етапи даного комплексного методу управління ризиками реалізується шляхом опитування експертів методом «інтелектуального штурму». В якості експертів були залучені фахівці – члени проєктних команд різних ІТ проєктів. Експерти обговорюють та аналізують можливі фактори в зовнішньому середовищі та в ІТ проєкті, що можуть призвести до ризикової події, на універсальному академічному прикладі ІТ проєкту. Вони також оцінюють ймовірності факторів, що породжують ризикові події. Достовірність експертизи забезпечується обґрунтованою кількістю запропонованих факторів, що дозволяє не виходити за психологічні можливості експертів. Однак отримана інформація залежить від компетентності експертів, що є обмеженням даного методу.

На третьому етапі здійснюється побудова моделі ризику ІТ проєкту на основі мереж Байєса, що є основою комплексного методу управління ризиками. Для побудови моделі ризику типового ІТ проєкту на основі мереж Байєса визначимо вибіркового простір можливих ризиків  $\Omega$  (тобто множину подій). Тоді,  $Risk \in \Omega$  – ризик,  $fakt \in \Omega$  – фактор, що його породжує. За допомогою формули Байєса визначимо, чи настане ризик  $Risk$  за умови, що відбудеться фактор-подія  $fakt$ , тобто визначимо умовну ймовірність ризику  $Risk$  при настанні фактору  $fakt$ :

$$P(Risk|fakt) = \frac{P(Risk \cap fakt)}{P(Risk)}. \quad (1.1)$$

Тоді, правило Байєса згідно (1.1) матиме вигляд:

$$P(Risk|fakt) = \frac{P(Risk|fakt) \cdot P(fakt)}{P(Risk)}. \quad (1.2)$$

Таким чином, правило Байєса (1.2) дає можливість встановлення причинно-наслідкового зв'язку між ризиком та фактором, що його породжує. Ймовірності  $P(Risk|fakt)$  задаються експертами апіорно. У випадку отримання додаткової інформації в ході реалізації ІТ проєкту даний підхід забезпечить уточнення ймовірності настання ризику.

Управління ризиками проєктів спрямоване перш за все на вирішення складного комплексного завдання, мета якого підвищити ефективність управління проєктом в цілому. При цьому важливого значення набувають

процеси врахування ризиків, ризикових подій, оцінювання ризиків. Також необхідним є дослідження умов та причин виникнення ризикових подій, розробка заходів зниження ймовірності ризику, уникнення настання ризику або зменшення витрат в результаті настання ризику [25]. Однак в більшості випадків досить складно передбачити ситуації, що можуть мати негативні наслідки та вплинути на загальну ефективність проєкту. Ситуаційне управління концентрується на тому, що необхідність різних методів управління визначається конкретною ситуацією. Ситуаційний аналіз представляє комплексні технології підготовки, прийняття та реалізації управлінського рішення, в основі яких аналіз окремо взятої управлінської ситуації [32].

Традиційні підходи до вирішення задач управління ризиками проєктів різних галузей базуються на методах ідентифікації і планування реагування на ризики, а також на визначенні кількісної оцінки ризиків. Подібні дослідження базуються на методі PERT аналізу [33], що передбачає аналіз задач на основі даних про час та обсяги робіт. Однак не враховується при цьому вплив різних подій та обставин, що можуть радикально змінити хід проєкту. Складні обчислення методу Monte Carlo [34] базуються на теорії ймовірностей та таблицях випадкових чисел і не забезпечують врахування інформації якісного характеру. В умовах нестабільності та невизначеності важливим є концентрація на кризових ситуаціях, що можуть виникнути, адаптації до зовнішніх впливів, прискорення динаміки прийняття управлінських рішень в конкретній ситуації з метою зниження негативних наслідків.

Так, в роботі [36] детально досліджені процеси управління ризиком згідно стандарту ISO/TR 24971:2020, а також типові методи аналізу та оцінки ризиків, що прийняті в промисловості медичних пристроїв. Дані методи включають аналіз небезпек, аналіз дерева відмов (FTA), аналіз режиму та наслідків відмови (FMEA), дослідження безпеки та працездатності (HAZOP), аналіз відстеження ризиків для забезпечення впровадження та ефективності контролю ризиків. Нажаль дані методи не забезпечують отримання результатів в режимі реального часу.

В роботі [37] дослідження ризиків ґрунтується на методах описової статистики, кореляційному та регресійному аналізах. Однак такі дослідження мають базуватись на точних та чітко визначених даних, що досить складно отримати в умовах невизначеності.

В роботі [38] розглядаються сучасні методи управління фінансовими ризиками підприємства. Дані методи базуються на традиційній процедурі: ухилення від ризику (або, інакше, його уникнення); запобігання та контроль можливих втрат (поглинання ризиків); збереження ризику (прийняття ризику); передача ризику. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з прийняттям оперативних рішень в ризикових ситуаціях. Переваги управління ризиками роботизованої автоматизації процесів розглядаються в роботі [39], однак в основі даного дослідження контроль процесів. Такий підхід також є досить традиційним та не дозволяє оперативно реагувати на зміни. Когнітивний підхід, що застосовано в роботі [40], забезпечує можливості встановлення причинно-наслідкового зв'язку між факторами, що породжують ризики, та ризиковими подіями, а також заходами боротьби з ризиками. Однак, при цьому не враховується можливість ситуацій з відсутністю статистичної інформації про можливість настання ризикової події.

В процесі дослідження ризиків в різних сферах застосовуються різні методи. Так, наприклад, при дослідженні ризиків в галузі медицини широке застосування знайшли нейронні мережі, що висвітлено в роботах [41, 42]. В роботі [43] автори пропонують метод оцінювання інтегрованого ризику портфелю інноваційних проєктів на основі імітаційного моделювання Монте-Карло. В основі даного методу модель дисконтованих грошових потоків та статистичні дослідження ймовірностей розподілу параметрів моделі. При цьому не враховується вплив зовнішніх факторів, що може призвести до втрат в проєкті. В роботі [44] досліджено динамічну модель ризику для фірми, що інвестує капітал в активи фінансового ринку. Запропонована модель базується на дослідженні ймовірності банкрутства фірми.

При дослідженні ризиків ІТ проєкту автором в роботі [45] пропонується модель визначення пріоритетності ризиків на основі показника ймовірності. Дана модель дозволяє кількісно оцінити ризики в ІТ проєкті та ранжувати їх для вироблення заходів боротьби. Робота [46] присвячена дослідженню ймовірнісної структури ІТ ризику у вигляді моделі Маркова, що забезпечило детальне представлення інформації про всі можливі переходи стану системи з часом.

В роботі [47] застосовано причинно-наслідкові ситуаційні діаграми Ісікави та логіко-ймовірнісне моделювання при дослідженні інформаційної ідентифікації причинно-наслідкових зв'язків при дії активних факторів на систему. В роботі [48] автором розглянуто когнітивну модель ризиків проєкту в галузі інформаційних технологій. Запропонована когнітивна модель відображає взаємозв'язки між ризиками ІТ-проєкту, вказує негативний або позитивний вплив певних ризиків на решту ризиків в ІТ проєкті.

Методи описової статистики [49] застосовують емпіричні дані і не враховують можливості теорії ймовірностей. Методи кореляційного та регресійного аналізу [50] є ефективними у випадках повної наявності статистичної інформації. Однак вони, не враховують можливості швидкої зміни під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів. Експертні методи, що застосовано в роботах [35], також забезпечують можливість дослідження інформації якісного характеру, коли неможливо застосувати точні формалізовані методи.

Для проєктів необхідно не просто ідентифікувати поточну ситуацію як ризикову, а й визначити раціональні шляхи досягання цілей проєкту в кризових умовах. В [51] авторами запропоновано комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі комбінованого застосування методів ситуаційного аналізу, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data. Комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів характеризується вирішенням проблеми формалізації процедур прийняття управлінських рішень і їхнього інформаційного забезпечення, враховуючи наявність як структурованих, так і не структурованих даних. Тому необхідно



провести дослідження, що будуть поглиблювати даний напрям та врахують особливості проєктів в галузі інформаційних технологій, що реалізуються в умовах Scrum.

В роботі [52] автори пропонують використання логістичної регресії для дослідження впливу факторів, що визначають ймовірність сприйнятого ризику, використовуючи інформацію про розмір, галузь та бізнес-ситуацію компаній разом із даними про їхній капітал і статус. Аналізуючи поточну бізнес-ситуацію автори наводять стилізовані факти про сприйняття ризиків. Однак в даній роботі не визначено як фактори впливають один на одного та який негативний наслідок може мати сукупність впливів.

В роботі [53] авторами в якості методу дослідження використано регресійний аналіз панельних даних. Однак даний метод базується на отриманні точних статистичних даних і не враховує наявність інформації якісного характеру.

Авторами роботи [54] проведено всебічне дослідження управління ризиками на практиці за межами формального, явного процесу управління ризиками, включаючи неофіційні та/або неявні дії з управління ризиками. Перевагою даного емпіричного дослідження управління ризиками є те, що на практиці домінують неофіційні та/або приховані дії з управління ризиками. В роботі наводиться обговорення того, чому управління ризиками здійснюється поза формалізованим чітким процесом, а також програма досліджень, щоб уможливити розробку ефективного управління ризиками проєкту. Однак в роботі не показано дослідження причинно-наслідкових зв'язків факторів, що призводять до настання ризикової події, що є недоліком.

Робота [55] присвячена дослідженню управління ризиками проєктів, пов'язаними з даними та моделями Agile Artificial Intelligence і Machine Learning. В даній роботі автори пропонують розробку системної основи для ефективного контролю ризиків із застосуванням гнучких методологій. Дослідження ґрунтується на інтерпретаційному підході та використовує дедуктивний метод, що створює структуру для виявлення та пом'якшення ризиків. Перевагою даної

роботи є пропозиція для зниження негативного впливу ризиків в проєкті динамічного розподілу ресурсів, стійкість моделі, інтеграція ризиків та оцінка якості інформації. Однак основні заходи в даному дослідженні спрямовані на ризик безпосередньо, що може не принести бажаного ефекту. Тому відсутність дослідження причини та обставини, що викликають настання ризикової події, можна вважати недоліком даної роботи.

В роботах [56 - 58] авторами досліджено інформаційні ризики в проєктах діджиталізації, де ідентифікація та аналіз ризиків базується на застосуванні методології реінжинірингу бізнес-процесів, яка була використана при розробці нового протиризикового методу. В основі даного методу алгоритм оптимізації бізнес-процесу з використанням модифікованого ФВА. Головна ідея методу полягає в тому, що на основі розробленої концептуальної моделі проєкту із своїми запланованим часом та вартістю, проводять ідентифікацію та аналіз можливих інформаційних ризиків, додатково планують визначені обсяги резервного часу та витрат на випадок загрози виникнення ризикових подій.

В роботі [59] авторами досліджено інформаційну технологію для моделювання та управління екосистемою ІТ-проєкта, що поєднує розробників і замовників у єдиний симбіоз за рахунок метаданих та описує сутності, функції системи та кінцевих користувачів. Моделювання елементів системи спрямоване не тільки на створення самої інформаційної системи, а також на моделювання взаємозв'язків між замовниками та виконавцями, що дасть змогу планувати процес виконання, контролювати процес розробки, дотримуватися термінів виконання, виявляти та документувати недоліки, а в подальшому їх усувати. Запропонована технологія забезпечує скорочення часу на створення ІТ-продукту та врахує особливості впровадження та інтеграції проєкту в цілому. Крім того, як вказують автори, залучення замовників на ранніх етапах процесу моделювання надає можливість документувати всі їхні вимоги. Однак дана технологія не передбачає врахування ризиків та ризикових ситуацій.

В роботі [60] 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.

В роботі [61] авторами на основі методів системного аналізу визначено передумови виникнення ризику, який весь час супроводжує життєдіяльність суспільства. Показано, що у сучасному світі ризик став постійним фактором, який сьогодні точує суспільство. Авторами досліджено надзвичайні ситуації, які в основному класифікуються за масштабом і походженням: техногенного характеру і природного характеру. Також обґрунтовано доцільність створення цілісних людино-машинних комплексів – макросистем «людина – технічна система – техносфера», в які впроваджуються нові безпечні технології з урахуванням особливостей соціокультурного середовища.

### **1.3. Аналіз існуючих інформаційних технологій управління ризиками проєктів**

Переважна більшість авторів [62-65] розглядають інформаційні технології управління ризиками як набір інструментів і методів, що використовуються для ідентифікації, оцінки, аналізу і мінімізації ризиків у проєктах та бізнес-процесах. Використання інформаційних технологій дозволяє систематизувати управління ризиками, автоматизувати рутинні процеси та приймати обґрунтовані рішення на основі даних. Такі системи важливі для покращення стійкості проєкту до змін та запобігання негативним впливам ризиків.

При цьому у відповідності до традиційної теорії управління ризиками, що розглядається в [62], виділяють наступні основні компоненти інформаційних технологій управління ризиками:

1. Системи для виявлення ризиків дозволяють автоматизувати процес виявлення ризиків шляхом аналізу великих обсягів даних. Наприклад, вони можуть сканувати історичні дані проєктів, внутрішні процеси або зовнішні чинники, такі як ринкові зміни або технологічні новації.

2. Використовуючи інформаційні технології, в основі яких оцінка та аналіз ризиків, можна провести якісну і кількісну оцінку ризиків. Програмні інструменти допомагають визначити ймовірність виникнення ризиків, їх вплив на проєкт або бізнес, а також пріоритизувати ризики за ступенем важливості. Наприклад, метод Монте-Карло часто використовується для моделювання можливих сценаріїв розвитку подій.

3. Завдяки ІТ-інструментам сценарного моделювання можна моделювати різні сценарії розвитку подій, що допомагає керівникам заздалегідь підготуватися до можливих проблем. Системи можуть прогнозувати, як певні ризики вплинуть на проєкт, і розробляти варіанти реагування на ці ситуації.

4. Інформаційні технології управління ризиками в реальному часі дозволяють здійснювати моніторинг ризиків у реальному часі, що допомагає вчасно виявляти проблеми та реагувати на них. Дані про ризики оновлюються автоматично, що дозволяє проєктним командам і керівництву отримувати актуальну інформацію без затримок.

5. Системи управління ризиками також забезпечують підтримку в управлінні інцидентами. Якщо ризик реалізується, система автоматично генерує план дій або вживає заходи для мінімізації його наслідків. Це може включати автоматичне повідомлення відповідальних осіб, активацію планів дій на випадок непередбачених обставин тощо.

6. Інформаційні системи управління ризиками генерують детальні звіти про поточний стан ризиків, заходи для їх мінімізації та прогнозовані наслідки. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення на основі фактичних даних, а також надавати звітність стейкхолдерам і керівництву.

Застосування інформаційних технологій в процесі управління ризиками має ряд переваг, таких як:

- підвищена точність даних. Застосування ІТ-систем управління ризиками забезпечує можливості аналізу великих обсягів даних, що сприяє більш точному прогнозу ризиків;

- швидкість реагування на зміни. Автоматизація управління ризиками дозволяє швидко виявляти та реагувати на нові загрози, зменшуючи час на прийняття рішень;

- прозорість отриманої інформації. Завдяки автоматизованій звітності керівництво отримує детальну інформацію про стан ризиків у режимі реального часу;

- систематичний підхід до контролю та моніторингу процесів. ІТ-інструменти забезпечують стандартизований підхід до управління ризиками, що знижує ймовірність помилок.

Разом з тим варто зауважити про виклики впровадження ІТ управління ризиками, що можуть впливати на хід реалізації проєкту в цілому:

- високі витрати в ході впровадження ІТ управління ризиками проєктів. Інформаційні системи управління ризиками можуть вимагати значних фінансових вкладень на етапі впровадження;

- складність налаштування, психологічний бар'єр керівників. Важливо правильно налаштувати систему для конкретної організації, що може зайняти час і вимагати експертних знань.

- залежність від якості даних. Точність аналізу ризиків залежить від якості введених даних. Якщо дані неповні або неточні, результати аналізу можуть бути помилковими.

Інформаційні системи управління ризиками проєкту (ІСУР) — це програмні інструменти, які допомагають виявляти, оцінювати, контролювати та мінімізувати ризики в рамках проєктів. Вони забезпечують систематичний підхід до управління ризиками, що дозволяє проєктним командам і керівникам приймати обґрунтовані рішення щодо потенційних загроз, які можуть вплинути на успішність проєкту [63].

Основні функції інформаційних систем управління ризиками [64]:

1. Ідентифікація ризиків. ІСУР автоматизують процес ідентифікації ризиків на різних етапах проєкту. Це можуть бути технічні, фінансові, організаційні або

ринкові ризики. Інструменти аналізують можливі джерела ризиків і допомагають створювати базу даних з потенційних загроз.

2. Оцінювання ризиків. Системи дозволяють оцінювати ризики за критеріями ймовірності їх виникнення та впливу на проєкт. Це включає використання методів кількісного (наприклад, аналіз Монте-Карло) і якісного аналізу ризиків для визначення їх критичності.

3. Пріоритизація ризиків. Після оцінки ризиків система допомагає розставити пріоритети, які ризики потребують негайної уваги. Це дозволяє зосередитися на найбільш серйозних загрозах, які можуть суттєво вплинути на терміни, бюджет чи якість проєкту.

4. Планування управління ризиками. ІСУР допомагають розробляти стратегії реагування на ризики, включаючи заходи з мінімізації, уникнення, перенесення або прийняття ризику. Це дозволяє ефективно планувати дії для зменшення впливу негативних факторів.

5. Моніторинг ризиків. Постійний моніторинг ризиків у реальному часі дозволяє вчасно виявляти зміни у ризикових зонах та коригувати стратегії управління. ІСУР автоматично оновлюють статус ризиків, що дає змогу керівникам проєктів бути в курсі поточного стану та приймати коригуючі заходи.

6. Автоматизація звітності. Інформаційні системи надають можливість автоматичного створення звітів про ризики для керівництва, стейкхолдерів і команди проєкту. Це спрощує передачу інформації про ризики і дозволяє швидко реагувати на проблеми.

7. Інтеграція з іншими системами управління проєктами. ІСУР можуть інтегруватися з іншими інформаційними системами управління проєктами, такими як Jira, Microsoft Project або Trello, що дозволяє ефективно координувати роботу над проєктом та управління ризиками.

Основні результати, які досягаються при створенні інформаційних систем управління ризиками проєктів в умовах Scrum, характеризуються [65]:

- раціональним використанням матеріальних, трудових та фінансових ресурсів;

- скороченням часу реалізації проєктних рішень;
- поліпшенням якості розробки програмного продукту;
- зменшенням технологічних витрат;
- підвищенням гнучкості Scrum команди в умовах швидко змінюваних обставин;
- порівняльною незалежністю результатів від суб'єктивних факторів;
- забезпеченням розвитку, розширення, удосконалення управління проєктом у відповідності із досягненнями науково-технічного прогресу.

Однак на сьогоднішній день відсутні такі інформаційні технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum, які б досліджували зовнішні та внутрішні фактори проєкту в залежності від ситуації в умовах реального часу та забезпечували постійний моніторинг та коригування стратегії управління в залежності від змін у проєкті. Крім того важливим аспектом для проєктів в умовах Scrum є залучення всіх зацікавлених сторін, але при цьому з мінімізацією впливу людського фактору з метою уникнення конфліктних ситуацій. Також, процеси управління ризиками мають бути гнучкими, щоб адаптуватися до нових загроз або змін в умовах проєкту.

У зв'язку з цим необхідно передбачити оптимальні шляхи розвитку проєкту в умовах Scrum з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх факторів. Невизначеність, несподіванка виникнення, негативний їх вплив визначає складність врахування впливу цих факторів на реалізацію проєкту. Фактори, що характеризують невизначеність ситуації висувають на перше місце необхідність підтримки стійкості проєкту в умовах Scrum. У свою чергу, це пов'язано з точністю, достовірністю, повнотою, оперативністю й актуальністю інформації, необхідної для прийняття рішень.

Тому зростає роль інформаційних систем та технологій управління ризиками проєктів в умовах Scrum, яке в даний час можливе тільки в умовах застосування сучасних та передових досягнень науки та техніки. В табл. 1.1 представлено порівняльний аналіз популярних інформаційних систем (ІС) управління ризиками проєктів в умовах Scrum.

Таблиця 1.1

## Порівняльний аналіз ІС управління ризиками проєктів в умовах Scrum

Етапи Системи	Ідентифікація ризиків	Оцінка ризиків	Моніторинг у реальному часі	Вибір методів реагування	Можливість застосування в умовах Scrum	Оцінка можливих наслідків (impact analysis)
SAP Risk Management [66]	Система допомагає автоматизувати процес виявлення ризиків на всіх етапах бізнесу або проєкту.	Інструменти аналізу ризиків включають як якісну, так і кількісну оцінку, з використанням таких показників, як ймовірність виникнення ризику, можливий вплив і фінансові наслідки. Застосовано аналіз сценаріїв або метод Монте-Карло	Система дозволяє в реальному часі відстежувати зміни в ризикових областях, завдяки інтеграції з іншими системами даних та інструментами моніторингу.	Дозволяє створювати і автоматизувати плани дій для зниження ризиків. Це можуть бути заходи з мінімізації, уникнення або передавання ризиків. Система дозволяє контролювати виконання цих планів і відстежувати їх ефективність.	Високі витрати на впровадження; Складність налаштування; Складнощі отримання точних даних в умовах швидкої зміни обставин	Система дозволяє оцінювати можливі наслідки ризиків для організації. Враховуються фінансові наслідки, вплив на репутацію, законодавчі вимоги та інші критичні фактори.
ServiceNow Risk Management [67]	виявлення ризиків через інтеграцію з іншими модулями ServiceNow, такими як ITSM, ITOM та GRC (Governance, Risk, Compliance).	дозволяє аналізувати й оцінювати ризики на основі їх впливу та ймовірності.	Використовуючи автоматизацію та інструменти штучного інтелекту, можна моніторити ризики в реальному часі, зменшуючи потребу у ручному втручанні.	Не передбачено.	підходить для компаній, які прагнуть структурувати та автоматизувати процеси управління ризиками, зробивши їх більш ефективними	інтегрується з іншими продуктами платформи, такими як Business Continuity Management (BCM) і Compliance



					ими та узгоджен ими з бізнес- стратегією.	се Managem ent, що забезпечує цілісний підхід до управління ризиками.
Risk Track[68]	Визначення ризиків, ідентифікація критичних, зберігання в таблицях SQL БД, використання контрольних таблиць.	Опитування експертів, отримання експертних оцінок ризиків	Відстеження ризиків в режимі реального часу, що дозволяє оперативно реагувати на зміни та виявляти нові загрози.	Моделювання різних стратегій реагування на ризики	Може автоматично відправляти повідомлення про нові ризики або зміни у вже відомих ризиках.	Аналіз відхилень фактичних даних, Майстер звітів, публікатор в HTML
RSA Archer[69]	підтримує створення планів ідентифікації ризиків	автоматизована оцінка впливу ризиків	детальні звіти та дашборди для аналізу ризиків, подій та відстеження їхнього впливу на бізнес.	Не передбачено	Не передбачено	інтегрується з іншими системами управління ризиками та безпекою
Palisade @RISK[70]	дозволяє користувачам визначати найважливіші фактори ризику, що впливають на їхні проекти, і пріоритизувати їх для подальшого управління.	методи моделювання за допомогою Монте-Карло.	Не передбачено	дозволяє визначити оптимальні рішення для управління ризиками, мінімізуючи негативний вплив і підвищуючи ймовірність позитивних результатів.	Не передбачено	Не передбачено

RiskWatch[71]	втоматично збирати та аналізувати дані для ідентифікації ризиків	оцінки їхнього впливу на бізнес.	Не передбачено	Не передбачено	Не передбачено	Не передбачено
IBM OpenPages[72]	Платформа підтримує автоматизацію процесів відповідності регуляторним вимогам і внутрішнім стандартам організації,	дозволяє керувати аудитами і внутрішніми контролюями, зокрема відстежувати процеси та проводити оцінки їх ефективності.	Не передбачено	Не передбачено	Не передбачено	Не передбачено

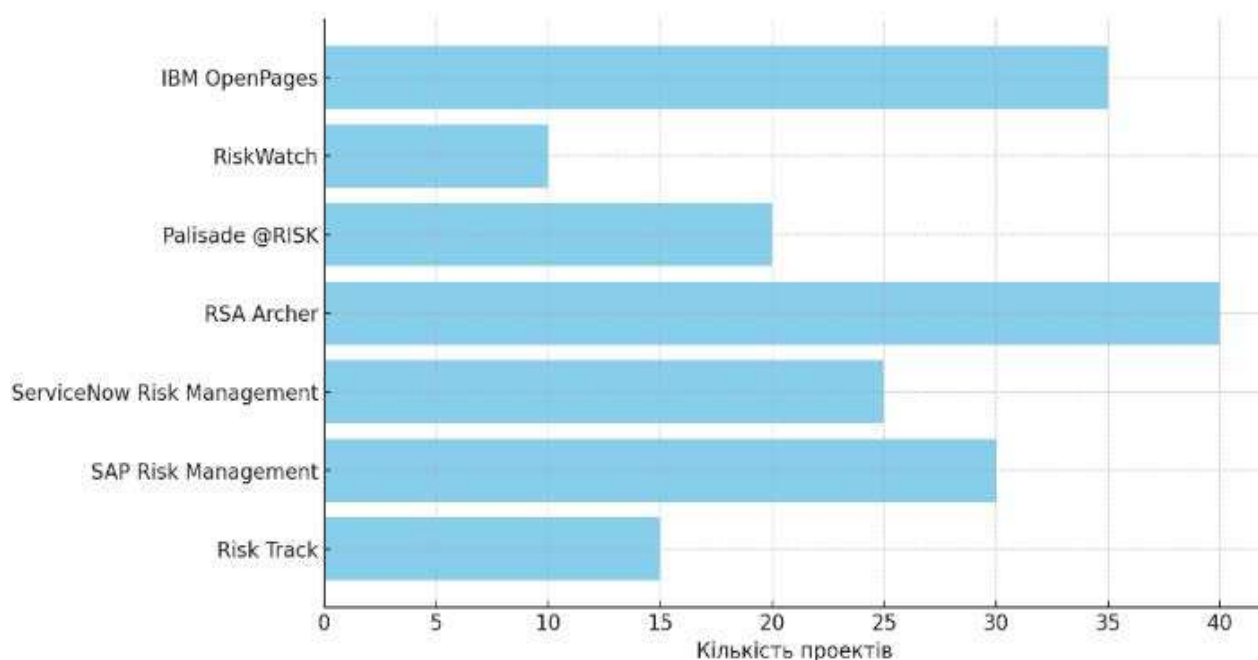
В табл.1.2 представлено переваги та недоліки ІС управління ризиками проєктів, що найчастіше застосовуються в ІТ компаніях України. Рис.1.4 демонструє статистику використання популярних програмних засобів у проєктах.

Таблиця 1.2

Переваги та недоліки популярних ІС управління ризиками ІТ проєктів

№	Тип	Програмний продукт	Переваги	Недоліки
1	ERP	Risk Track	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оперативний моніторинг;</li> <li>– прозорість і звітність;</li> <li>–автоматизція процесів;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– вимагає максимальної кількості інформації;</li> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми прийняття рішень;</li> <li>– вартість впровадження;</li> <li>– необхідність адаптації.</li> </ul>
2	ERP	SAP Risk Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>– можливість інтеграції з іншими продуктами SAP, такими як ERP, фінансові системи та системи управління проєктами;</li> <li>– дозволяє враховувати всі типи ризиків — операційні,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– високі витрати на впровадження;</li> <li>– вимагає максимальної кількості точної та актуальної інформації;</li> <li>– складність налаштування.</li> </ul>

			фінансові, регуляторні, стратегічні та технологічні; – автоматизація ідентифікації ризиків, оцінки та моніторингу; – підтримка прийняття рішень.	
3	ERP	ServiceNow Risk Management	– визначає пріоритетність дій на основі автоматизованих оцінок ризиків; – вбудоване в автоматизовані міжфункціональні дії, усуває переривання робіт; – статистичні дані в режимі реального часу та інформаційні панелі на основі ролей спрощують і прискорюють звітування на всіх рівнях; – мобільні інтерфейси надають інформацію, необхідну для виконання роботи в будь-який час і в будь-якому місці.	– відсутні інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень; – відсутній аналіз факторів, що призводять до ризику; – відсутність підтримки реалізації проєктів в умовах Scrum.
4		RSA Archer	– підходить для малих, середніх і великих організацій, незалежно від галузі. – Централізоване управління – Автоматизація процесів;	– відсутність бази заходів протидії ризикам; – відсутність підтримки прийняття рішень для проєктів в умовах Scrum.
5		Palisade @RISK	– широкі можливості для створення звітів і графіків, – відображає розподіл ризиків, сценарії та аналіз чутливості.	– відсутність можливостей моніторингу та контролю факторів ризику в режимі реального часу; – відсутність підтримки реалізації проєктів в умовах Scrum.
6		RiskWatch	– Гнучкість – Простота використання – Автоматизація:	– відсутність стратегії управління ризиками – відсутність підтримки реалізації проєктів в умовах Scrum
7		IBM OpenPages	– Система налаштовується під конкретні потреби організацій, – Автоматизація процесів управління ризиками допомагає знизити операційні витрати і скоротити помилки. – Штучний інтелект:	– якість аналізу ризиків безпосередньо залежить від точності та повноти введених даних; – відсутність підтримки реалізації проєктів в умовах Scrum.



**Рисунок 1.4 – Статистика використання популярних програмних засобів у проєктах (Imagined with AI).**

Розглянуті аналітичні програмні засоби, що підтримують процеси управління ризиками ІТ проєктів вимагають максимальної кількості інформації статистичного характеру та не враховують інформацію якісного характеру. Крім того не враховують можливості недостовірності, неповноти інформації, можливостей динамічних змін, що є наслідком незрілості процесів управління ризиками ІТ проєктів, що реалізуються в умовах Scrum. До того ж не всі програмні засоби мають можливості інтеграції з іншими програмами та базами даних для забезпечення цілісного підходу до управління ризиками і проєктом в цілому.

Розвиток техніки, застосування інноваційних технологій розробки програмного забезпечення, наявність розвинутих баз даних, розвиток штучного інтелекту сприяє застосуванню комбінованих підходів та методів в процесі досліджень. Так в роботі [72] автори розглядають можливості застосування гібридної моделі XP та Scrum та назвають XSHM. Дана модель застосовується для індустрії гнучкої розробки програмного забезпечення та є корисною для розробки персонального програмного процесу та середніх проєктів розробки

програмного забезпечення. Ця модель має гнучкість, щоб адаптувати сильні та корисні функції як моделей програмування scrum, так і екстремальної, а також пропускати або відключати всі невідповідні та менш ефективні модулі обох моделей.

Розробка інформаційних технологій для проєктів, що реалізуються в умовах застосування Scrum, базується на комбінованому застосуванні різних методів та підходів, таких як багатоагентних технологій [74], методів ситуаційного [75] та сценарно-когнітивного підходів [76, 77], багатогруповий аналіз (MGA) для виконання повторних порівнянь параметрів у групах методологій Scrum або Kanban з використанням моделювання структурних рівнянь (SEM) [78].

Дослідження авторів в роботі [79] базується на комбінованому застосуванні методів SWARA, WASPAS, COPRAS та EDAS. У цьому дослідженні було досліджено SCRUM, метод гнучкого управління проєктами, який часто використовувався в останні роки для розробки гнучкого процесу управління проєктами, а також ефективність подій техніки SCRUM для мінімізації ризиків, які виникають у оціненому управлінні проєктами. Визначення ефективності цих подій SCRUM, які кожна гнучка команда проєкту впроваджує по черзі, дуже важливо для правильного та ефективного розподілу ресурсів. З цією метою була запропонована багатокритеріальна модель прийняття рішень для оцінки ефективності 4 заходів SCRUM. Тоді як ваги важливості 24 факторів ризику управління проєктом, запропонованих на етапі вирішення створеної моделі, визначали за методом SWARA, події SCRUM оцінювали за допомогою методів WASPAS, COPRAS та EDAS, а значення рішення, знайдені трьома різними методами, були в порівнянні.

Дослідження інформаційних технологій управління ризиками проєктів в умовах Scrum та розробка відповідного програмного забезпечення надасть можливості об'єднання всіх функцій управління та створення гнучких систем управління з елементами штучного інтелекту, які дозволяють оперативно здійснювати ідентифікацію та оцінювання ризиків, планування заходів уникнення ризику і управління прецедентами, контроль і моніторинг ризиків в

режимі реального часу, створення стратегій мінімізації, створювати сценарії розвитку проєктів та оптимізувати процеси; а також планувати стратегічну діяльність в умовах невизначеності та ризиків [80]. Багатоагентний сценарно-когнітивний підхід дає можливість здійснення прогностичної оцінки майбутнього стану проєкту в умовах Scrum та можливих наслідків прийнятих рішень, що підвищує гнучкість системи в умовах невизначеності та спрямований на зменшення невизначеності[81].

Для підвищення ефективності управління проєктами в умовах Scrum необхідно розробляти нові та модифікувати існуючі інформаційні технології управління ризиками проєктів на основі оцінки теперішнього стану та прогнозування майбутнього стану з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища та внутрішнього стану.

#### **1.4. Постановка задачі дослідження**

В сучасних умовах питанню дослідження ризиків в проєктах різних галузей, їх оцінки, аналізу, виробленню різних заходів уникнення ризиків або їх мінімізації приділяється значна увага. Наведені результати досліджень показують, що процеси управління ризиками є важливою складовою в досягненні ефективності та результативності. Переважно в процесі дослідження ризиків описано принципи та концепція управління ризиками, особливості управління ризиками в проєктах, процеси управління ризиками і т.д., що представляє формат інструкцій та алгоритму управління ризиками для проєктних менеджерів. Однак не розглядаються різні фактори зовнішнього та внутрішнього середовища проєкту, що визначають ефективність реалізації управлінських рішень.

Аналіз [16–28] дав можливість визначити відсутність таких моделей та методів управління ризиками проєктів в різних галузях, що не забезпечують можливостей генерації управлінських рішень згідно поточної ситуації. Кризові ситуації в проєктах, що виникають в умовах невизначеності, характеризуються втратами, перевитратами ресурсів та впливають на ефективність проєкту. В

більшості в таких випадках маємо неструктуровані дані різного роду та характеру. Тому для вирішення даного завдання необхідно застосувати комбінований підхід, в основі якого комплексне поєднання методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів. Це дасть можливість прийняття рішень в умовах кризи з врахуванням впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ.

Аналіз [30–60] показав, що існуючі моделі та методи управління ризиками проєктів в різних галузях не забезпечують можливостей дослідження причинно-наслідкового зв'язку між факторами, що породжують ризики, та ризиковими подіями, а також заходами боротьби з ризиками. Також відсутні моделі та методи, які б надавали можливості в динаміці представлення інформації різного роду та характеру, в тому числі якісної експертної інформації, а також враховували особливості проєктів в умовах Scrum. Тому для вирішення даного завдання необхідно застосувати комбінований підхід, в основі якого комплексне поєднання когнітивного аналізу та експертних методів. Це дасть можливість підтримки прийняття рішень в управлінні ризиками проєктів галузі інформаційних технологій, що реалізуються в умовах Scrum, з врахуванням впливів факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ, що є основою розробки відповідної інформаційної технології. Дані завдання потребують залучення додаткових методів.

В умовах сьогодення нестабільність оточуючого середовища, внутрішнього стану проєкту, що реалізується в умовах Scrum [1], не дозволяє здійснити прогноз майбутніх результатів з високою точністю. Невизначеність відносно таких параметрів, як цільових функцій проєкту, множини допустимих стратегій реалізації процесів, параметрів функцій витрат, критерію ефективності проєкту призводить до виникнення ризикових подій та ситуацій. Щоб уникнути негативних наслідків ризикових подій необхідно розглянути моделі причинно-наслідкових зв'язків між ризиком та фактором, що його породжує, а також встановлення залежності між ними.

Моделювання управління ризиками проєктів в умовах Scrum доцільно реалізувати на основі когнітивних карт, що надасть можливості аналізу різних факторів як в зовнішньому середовищі, так і в проєкті, а також встановлення залежності між ними з урахування нової інформації. Крім того, сприятиме інтеграції наочності з високим ступенем інформативності та прийняттю ефективних управлінських рішень, що унеможливить подальший розвиток негативної ситуації.

Методи, що використовуються для аналізу та оцінювання величини ризику, є кількісними. Однак повний кількісний аналіз є неможливий в ситуаціях з відсутністю статистичної інформації про можливість ризикової події. Інформацію про фактори зовнішнього середовища та внутрішнього стану проєкту можна отримати із застосуванням методу експертних оцінок. Тому при управлінні ризиками в умовах Scrum ефективним є комбіноване поєднання інтелектуальних та експертних методів, що забезпечить отримання синергетичного ефекту та підвищить якість результатів [2]. Такий підхід дозволяє дослідити різні варіанти сценаріїв ризикових подій та сформулювати заходи виходу з кризи та знайти компромісне рішення, що забезпечить задоволення всіх зацікавлених сторін.

Управління ризиками проєктів в умовах Scrum спрямований на підтримку управлінських рішень в нестабільних умовах та забезпечує можливість дослідження різних сценаріїв настання ризику та вироблення початкових заходів протидії з врахуванням обмежень на фінансові та часові ресурси.

Інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum буде відповідати таким вимогам:

- забезпечувати високий рівень інтегрованості з існуючими Scrum-процесами та прозоро вбудовуватися в роботу команди. Важливо, щоб всі члени команди могли легко розуміти і використовувати ці інструменти для ідентифікації ризиків;
- включати весь набір елементів, що забезпечили б здатність швидкої адаптації до змін, які виникають у процесі розробки. ІТ має забезпечувати



можливість регулярного оновлення ризиків у відповідь на нову інформацію чи зміни в проєкті;

- повинно відповідати циклічній природі Scrum. Тобто ризики повинні оцінюватися, пріоритезуватися та відслідковуватися на кожному етапі спринту, щоб забезпечити своєчасну реакцію на потенційні проблеми;
- для підвищення ефективності управління ризиками використовуються автоматизовані функції, які допомагають виявляти ризики на основі даних про попередні проєкти, прогнозувати можливі наслідки і пропонувати стратегії зниження ризиків.

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

Метою даної роботи є підвищення ефективності управління проєктом за рахунок розробки нової інформаційної технології управління ризиками проєктів, що реалізуються в умовах Scrum.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- розробити модель ситуаційного управління ризиками проєктів у вигляді нечіткого ситуаційного графу;
- побудувати та дослідити модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти;
- розробити комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі комбінованого використання методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data;
- розробити метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу.

## **1.5 Висновки до розділу 1**

1. З метою визначення області та предмету дослідження проведено аналіз особливостей управління проєктами, що реалізуються в умовах застосування Scrum. Нестабільність навколишнього середовища та внутрішньої динаміки змін

ускладнює точне прогнозування майбутніх результатів та перспектив проєктів. Досліджено, що у процесі управління проєктом важливо враховувати ризики, ризикові події, управляти ризиками та розробляти методи попередження та уникнення ризикових подій. Такий підхід має низку переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття рішень в умовах, що швидко змінюються.

2. Проведено аналіз існуючих методів і моделей управління ризиками проєктів з метою дослідження можливостей формалізації знань у вигляді простору компонентів, взаємопов'язаних спільними завданнями та цілями розробки, що необхідні для вирішення задачі розробки інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum.

3. В умовах динамічно змінюваних обставин для більш ефективного управління проєктами актуальною є розробка та впровадження інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum.

4. Існуючі програмні засоби та системи управління ризиками проєктів вимагають максимальної кількості інформації статистичного характеру та не враховують інформацію якісного характеру. Крім того не враховують можливості недостовірності, неповноти інформації, можливостей динамічних змін, що є наслідком незрілості процесів управління ризиками проєктів, що реалізуються в умовах Scrum. До того ж не всі програмні засоби мають можливості інтеграції з іншими програмами та базами даних для забезпечення цілісного підходу до управління ризиками і проєктом в цілому. Тому необхідно розробити нові методи та програмно-інформаційні засоби управління ризиками проєктів, що реалізуються в умовах застосування Scrum.

5. Задача дослідження полягає в розробці та впровадженні інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum.

### **Список використаних джерел до розділу 1**

1. Кон М. Оцінювання і планування в Agile. Фабула, 2019. 356 с. ISBN: 978-617-09-5284-4.

2. Піхлер Р. Agile продукт-менеджмент за допомогою Scrum. Фабула, 2019. 128 с. ISBN: 978-617-09-5402-2.
3. Schwaber K. Agile Project Management with Scrum. Microsoft Press, 2004. 163 p. ISBN 073561993X
4. Sutherland, Jeff; Sutherland, J.J. Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time (1st ed.). Currency, 2014. 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. 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. Practice Standard for Project Risk Management. USA: PMI, 2019. 116 p.
9. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. 224 с.
10. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (5th ed.). Project Management Institute. 2013. 589 p. ISBN 978-1-935589-67-9.
11. 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.
12. Teslia, I., Yehorchenkov, O., Khlevna, I., & Khlevnyi, A. (2018). Development of the concept and method of building of specified project management methodologies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5(3 (95), 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.142707>
13. 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.

14. Бондар О. В. Ситуаційний менеджмент. Київ: Центр учбової літератури. 2012. 388 с.
15. Tetiana Prokopenko, Olha Lavdanska INFORMATION MODEL OF PROJECT MANAGEMENT IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE CONDITIONS OF SCRUM FLEXIBLE METHODOLOGY. *Journal of Automation and Information Sciences*. March 2021. 2(2):129-138 DOI: 10.34229/1028-0979-2021-2-12.
16. 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](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274473).
17. Lohani, A.K.; Goel, N.K.; Bhatia K.K.S. 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.
18. Clifford Lynch Big data: How do your data grow? *Nature* 2008. 455 (7209). pp. 9-28
19. Zadeh L.A, Yager R.R. Uncertainty in Knowledge Base. *Berlin: Springer-Verlag*, 1991. 39-75 p.
20. Прокопенко Т.О. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. 05.13.06 – інформаційні технології. Дисертації та автореферати спеціалізованої вченої ради Д 26.062.01. 2016. 412.
21. IIBF. Risk Management. Macmillan. 2023. 868 p. ISBN-10 9356661251. ISBN-13 978-9356661257.
22. David Cooper Leadership Risk: A Guide for Private Equity and Strategic Investors. 2010. 250 p. ISBN: 978-0-470-03264-0.

23. Прокопенко Т.О. Класифікація невизначеностей в управлінні організаційно-технологічними об'єктами. *Технологический аудит и резервы производства*, 2014. №6/4 (20). 23 – 25.

24. Christopher, J. A., Haller, J., Wallen, C. M., Woody, C. (Assessing DoD System Acquisition Supply Chain Risk Management. *Operations and Maintenance*, 2017. 4–8.

25. Prokopenko, T., Grigor, O. Development of the comprehensive method to manage risks in projects related to information technologies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018. 2(3 (92), 37–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.128140>

26. Uncertainty and intelligent information systems / World Scientific Publishing. 2008. 536 p.

27. Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark The Essentials of Risk Management. 2nd . McGraw-Hill Education. 2014. 672 p. ISBN -10 0071818510. ISBN-13 978-0071818513.

28. A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation. Japan: Project Management Association of Japan (PMAJ), 2017. 427 p.

29. O. Lavdanska, V. Prokopenko Features of Developing Project Risk Models of Scrum-Based Projects in the Information Technology.// 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.165.

30. Serrador, P. and Turner, R. The relationship between project success and project efficiency. *Project Management Journal*. 2015. 46(1). 30–39.

31. 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. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292526>

32. McCarthy J. Hayes P. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In B. Meltzer and D. Michie, editors. *Machine Intelligence*, Edinburgh University Press, 1969. Vol 4, pp. 463–502.
33. Beste Desticioğlu Taşdemir Project Planning with CPM and PERT Methods: Example of Defence Industry. *Journal of Naval Sciences and Engineering*, 2022. Vol. 18, No. 2, pp. 363-385
34. Benov, Dobriyan M. The Manhattan Project, the first electronic computer and the Monte Carlo method. *Monte Carlo Methods and Applications*. 2016. 22 (1): 73–79. doi:10.1515/mcma-2016-0102
35. Лега Ю.Г., Прокопенко Т.О., Данченко О.Б. Експертні процедури та методи прийняття рішень в інвестиційних проєктах. *Вісник ЧДТУ*. 2010. №2. - С.69 – 73
36. Krishna Kumar Verma, A. Ospanova Risk Management. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology* 2022. 11(12):14315 pp.14315-14320
37. Augustine Chukwujekwu Odubuasi, Obi Virginia AnulikaOsuagwu, Blessing Oby. Effect of Risk Management Committee and Enterprise Risk Management on Performance of Banks in Nigeria. *JETMASE*, 2021. Vol 3(1): 222 –233.
38. Liubov O. PetykYuliia S. Baskova. The Problems of Financial Risks. *Management in the Risk Management System and the Methods for Solving Business Inform*, 2022. 10(537):181-186.
39. Yue (Bright) Hong, Michael Ly, Hui-Min Lin Risk Management: Points to Consider. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. 2022. Vol. 20, Iss: 1, 125-145. DOI: 10.2308/JETA-2022-004
40. Ladanyuk A., Prokopenko T., Reshetiuk V. The model of strategic management of organizational and technical systems, taking into account risk-based cognitive approach. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*. 2014. № 63. P.97 – 104.
41. Lisboa, P. J. G., El-Deredy, W., Vellido, A., Etchells, T., Pountney, D. C. Automatic Variable Selection and Rule Extraction Using Neural Networks. *Proceedings*

of the 15th IMACS World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics. Berlin, 1997. 461–466.

42. Zolin, A. G., Silaeva, A. Yu. Application of neural networks in medicine. Actual problems of science, economics and education of the XXI century, 2012. 264–271.

43. Demkin, I. V., Pertsev, D. V. Method of estimation of the integrated risk portfolio of innovative projects. *Management problems*, 2009. 4, 39–45.

44. Gonchar, N. S. Dynamical Risk Model with Investment in Assets. *Journal of Automation and Information Sciences*, 2014. 46 (5), 15–34. doi: 10.1615/jautomatinfscien.v46.i5.20

45. Joseph, W. Mayo Risk Management for IT Projects. 2009. Available at: [http://www.isaca.org/Groups/Professional-English/risk-management/GroupDocuments/Effective\\_Project\\_Risk\\_Management.pdf](http://www.isaca.org/Groups/Professional-English/risk-management/GroupDocuments/Effective_Project_Risk_Management.pdf)

46. Lambrinoudakis, C., Gritzalis, S., Hatzopoulos, P., Yannacopoulos, A. N., Katsikas, S. A formal model for pricing information systems insurance contracts. *Computer Standards & Interfaces*, 2005. 27 (5), 521–532. doi: 10.1016/j.csi.2005.01.010

47. Sikora, L. S., Lisa, N. K., Tkachuk, R. L. Logiko-kognitivnaya model information identification causative relationships under the influence of active factors on the system. *Modeling and Information Technology*, 2016. 152–165.

48. Onishchenko, I. I. Cognitive modeling as a method of qualitative analysis of IT projects. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic Management, Portfolio, Program and Project Management*, 2016. 2, 77–81. doi: 10.20998/2413-3000.2016.1174.17

49. Freedman, David A. Statistical Models: Theory and Practice (Second ed.). Cambridge University Press. 2009. 458 p. ISBN 978-0-521-67105-7.

50. Stulp, Freek, and Olivier Sigaud. Many Regression Algorithms, One Unified Model: A Review. *Neural Networks*, vol. 69, Sept. 2015, pp. 60–79. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2015.05.005>

51. Tetiana Prokopenko, Yevhen Lanskykh, Valentyn Prokopenko, Oleksandr

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

52. Gundula Glowka, Richard Hule, Anita Zehrer Risk perception of SMEs: strategic risks, family-related risks, external risks. *Risk Management*. 2024. 26(4). 3-27 DOI: 10.1057/s41283-024-00148-2

53. Dirvi Surya Abbas, Tubagus Ismail, Muhamad Taqi, Helmi Yazid Determinants of enterprise risk management disclosures: Evidence from insurance industry. *Accounting*, 2021. 7(6):1331-1338 DOI: 10.5267/j.ac.2021.4.005

54. Pelle Lundquist Willumsen, Josef Oehmen, Hani Mike Rae Selim Project risk management in practice: the actuality of project risk management in organizations. *International Journal of Managing Projects in Business*. 2024. DOI: 10.1108/IJMPB-09-2023-0214

55. Tak, A., & Sunil Chahal, S. C. Risk Management in Agile AI/ML Projects: Identifying and Mitigating Data and Model Risks. *Journal of Technology and Systems*, 2024. 6(3), 1–18. <https://doi.org/10.47941/jts.1824>

56. Данченко О.Б., Бедрій Д.І., Семко О.В., Заяц О.В. Метод управління інформаційними ризиками в проєктах діджиталізації бізнес-процесів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. № 2(6). С. 25-29. DOI: 10.20998/2413-3000.2022.6.5.

57. Danchenko E., Bakulich O., Teslenko P., Bedrii D., Bielova O., Semko I. Information technology of integrated risk management of scientific projects under uncertainty and behavioral economy. *Scientific Journal of Astana IT University*. Vol. 5, March 2021. Astana, 2021. P. 63-76. DOI: 10.37943/AITU.2021.69.52.006.

58. Данченко О. Б., Семко О.В. Розробка протиризикового методу оптимізації бізнес-процесів. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами : зб. наук. пр. = Bulletin of the National Technical University "KhPI".*



*Ser. : Strategic management, portfolio, program and project management : coll. of sci. papers.* – Харків : НТУ "ХПІ". 2023. 1 (7). 27-34. DOI: 10.20998/2413-3000.2023.7.4.

59. В. О. Скригун, О. Л. Сєдих, С. В. Грибков Інформаційна технологія для моделювання та управління екосистемою ІТ-проєкта. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2024. Т. 30, № 4. С. 31–39. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-4-4

60. 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>.

61. Taras Rak, S. M. Mykhailiuk Risks and indicators of extraordinary technological situations of modern society. *Scientific Papers (Ukrainian Academy of Printing)* . 2018. 2(57):82-89. DOI: 10.32403/1998-6912-2018-2-57-82-89

62. Harold Kerzner Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 13th Edition. 2022. 880 p. ISBN: 978-1-119-80537-3

63. David Hillson, Peter Simon Practical Project Risk Management, Third Edition: The ATOM Methodology. Berrett-Koehler Publishers. 2020. 384 p. ISBN-10 1523089202. ISBN-13 978-1523089208.

64. The Incremental Commitment Spiral Model: Principles and Practices for Successful Systems and Software. B. Boehm, J. Lane, S. Koolmanojwong, R. Turner. Addison-Wesley Professional. 2014. 62 p. ISBN 0-321-80822-3.

65. 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

66. URL: <https://www.sap.com/products/financial-management/risk-management.html> (дата звернення: 2.10.2024)

67. URL: <https://www.servicenow.com/products/risk-management.html> (дата звернення: 2.10.2024)

68. URL: <https://risktrak.com/> (дата звернення: 14.10.2024)
69. URL: <https://www.archerirm.com/> (дата звернення: 14.10.2024)
70. URL: <https://lumivero.com/products/at-risk/> (дата звернення: 14.10.2024)
71. URL: <https://www.riskwatch.com/> (дата звернення: 14.10.2024)
72. URL: <https://www.ibm.com/products/openpages> (дата звернення: 14.10.2024)
73. 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
74. Прокопенко Т.О., Урецька Ю.І. Концепція мультиагентної інформаційної системи управління проектом в умовах невизначеності. *Вісник НТУ «ХПІ»*, 2014. №2 (1045). – С.65 – 69.
75. Прокопенко Т.О., Коломицева О.В. Використання методів ситуаційного аналізу в управлінні проектами з врахуванням сезонності виробництва. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2016. 2 (1174). С. 41–44.
76. 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>
77. Т.О. Прокопенко, В.А. Прокопенко, КОГНІТИВНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ НЕПЕРЕПВНОГО ТИПУ. *Вісник ЧДТУ*. 2017. № 1. С.39 – 44. [http://visnyk.chdtu.edu.ua/images/tech/1\\_2017/39-44\\_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf](http://visnyk.chdtu.edu.ua/images/tech/1_2017/39-44_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf)
78. 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

79. 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

80. Прокопенко В.А. Загальна концептуальна модель управління ризиками проєктів на основі Scrum.// X 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. 133 с. URL:<https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>

81. Лавданська О. В., Прокопенко В. А. РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АГЕНТНОГО ПІДХОДУ //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. 13

## **РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ В УМОВАХ SCRUM**

### **2.1. Модель ситуаційного управління ризиками проєктів**

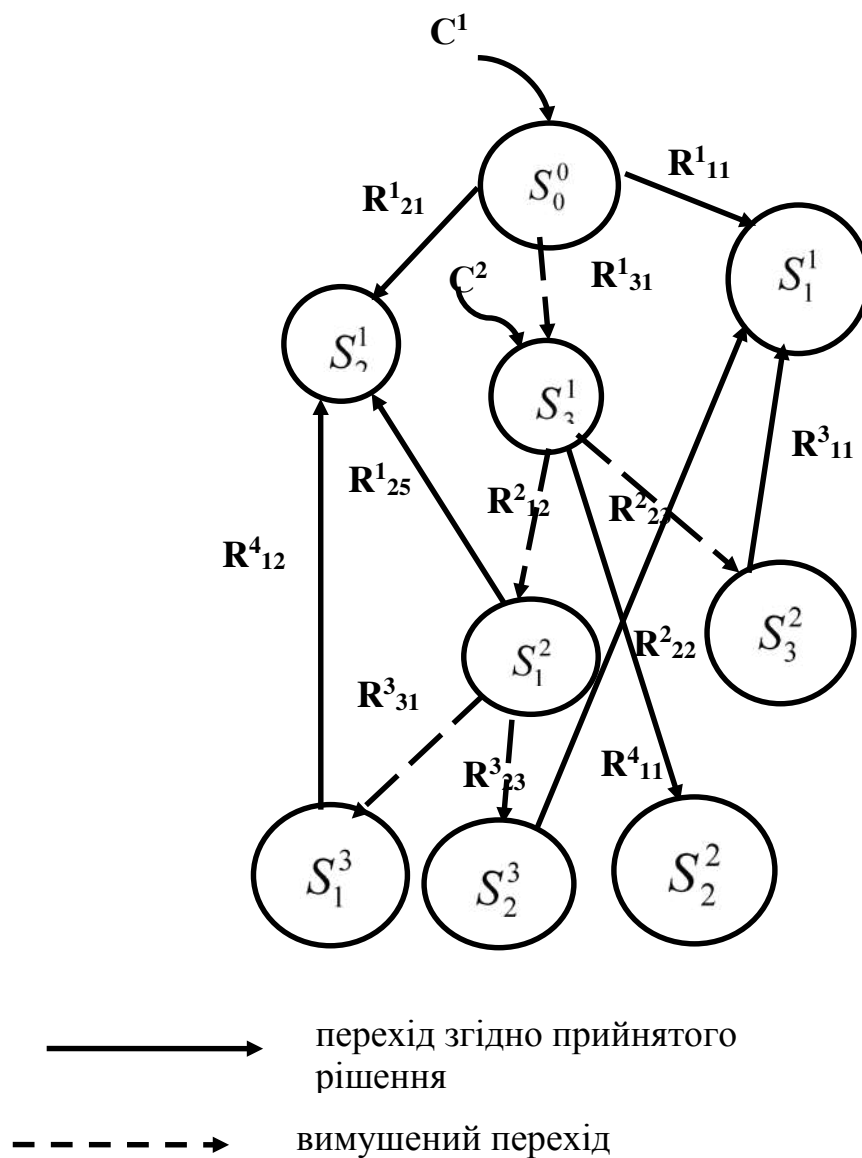
Управління ризиками проєктів вимагає скорочення часу практичної реалізації принципово нових ідей та технологій, суттєвої зміни характеру і динаміки проєктно-технологічних процесів, гнучкості, оперативності та мобільності прийняття рішень в кризових ситуаціях. В ході формалізації процесу прийняття рішення в ризиковій ситуації необхідно отримати вираз, в якому враховані всі ознаки проблемної ситуації, і в якому ціль пов'язана із засобами її досягнення. Тому доцільним є комплексне дослідження управління ризиками на основі ситуаційного підходу. Побудова нечіткого ситуаційного графу управління ризиками забезпечить можливість прийняття оптимального рішення, що сприятиме виходу з кризової ситуації з мінімальними втратами.

Використовуючи методику [1] побудови й аналізу нечіткого ситуаційного графу, ситуації, що являють собою реальний стан, описуються через критерії та показники ефективності проєкту [2] в поточний період. Якщо ситуація не відповідає запланованим значенням відповідних показників, то має місце проблема. Вироблення плану дій по усуненню проблеми складає сутність задачі прийняття рішень. Ребра графа відповідають управлінським рішенням, що сприятимуть підвищенню показників ефективності та виходу з кризової ситуації. Отримання типових сценаріїв реалізації управлінських рішень, можливість опису типових ситуацій через показники та критерії ефективності проєкту, якісний характер представлення інформації характеризують проєктну ситуацію. Такі властивості класу задач, що розглядається, дозволяють говорити про можливість застосування нечіткого ситуаційного підходу [3] та принципової можливості побудови нечіткого ситуаційного графу.

Побудова нечіткого ситуаційного графу управління ризиками здійснюється на основі комбінованого застосування експертних методів та нечіткої логіки. Як експертний метод обрано метод інтелектуального штурму, який досить часто застосовується для визначення альтернатив та їх обговорення. Для проведення

дослідження за основу був взятий простий академічний проєкт в галузі інформаційних технологій.

Приклад нечіткого ситуаційного графу управління ризиками проєкту представлено на рис. 2.1 (ризикові ситуації, ситуаційні цілі і рішення позначені відповідно  $S_i^j, C^j, R_{ik}^j$ ).



**Рисунок 2.1 – Фрагмент нечіткого ситуаційного графу управління ризиками проєктів**

Вихідна вершина  $S_0^0$  нечіткого ситуаційного графу управління ризиками позначає ризикову ситуацію, що може виникнути в кризових умовах в ході проєкту. Ребра  $R_{ik}^j$  відповідають рішенням, що спрямовані змінити ризикову ситуацію та вийти з кризи. Вершини  $S_i^j$  є наслідками реалізації відповідних рішень  $R_{ik}^j$ . Стрілками підведено ситуаційні цілі  $C^j$ .

Побудова та аналіз нечіткого ситуаційного графу управління ризиками реалізується на основі наступної процедури:

- задаються початкові умови ризикової ситуації на основі нечітких значень показників та критеріїв ефективності проєкту та впливу факторів зовнішнього середовища. Встановлюються ситуаційні цілі, що спрямовані на уникнення ризику в ризиковій ситуації;

- визначаються та обговорюються рішення, що сприяють досягненню ситуаційних цілей, та ступінь реалізації кожного рішення в кризових умовах. Рішення, що зображені пунктирною стрілкою, є вимушеними. Ступінь реалізації кожного рішення визначається експертами за шкалою  $[0, 1]$  з врахуванням впливу зовнішніх факторів;

- передбачається та аналізується ситуації-наслідки реалізації відповідних рішень, що відповідають вершинам  $S_j^i$  нечіткого ситуаційного графу;

- досліджуються ситуації – результати та здійснюється оцінювання показників ефективності проєкту. На основі отриманих значень встановлюється досягнення ситуаційної цілі. Якщо отримано ризикову ситуацію, процедура повторюється.

В табл. 2.1 наведено приклад опису початкової ризикової ситуації  $S_0^0$  та ситуацій-наслідків рішень  $R_{ik}^j$ , що наведені в табл 2, можливі рішення  $R_{ik}^j$  наведені в табл.3.

Фрагмент таблиці ситуацій

Позначення ситуації	Опис ситуацій
$S_0^0$	Ефективність ІТ проєкту оцінюється як низька. За критерієм повної готовності ІТ проєкт оцінюється низьким рівнем. За критерієм прийнятності ІТ проєкт оцінюється як низький. Набутий практичний досвід членів проєктної команди оцінюється як середній. В результаті якість продукту – нижче середнього, що при значних витратах на процес реалізації, приведе до низької оцінки продуктивності проєкту. Неефективна робота з замовником. Неефективне використання новітніх технологій
$S_1^1$	Ефективність ІТ проєкту оцінюється як середня. Отримання готового продукту, що відповідає всім функціональним вимогам Product Backlog, реалізовано згідно встановлених часових обмежень.
$S_2^1$	Ефективність ІТ проєкту оцінюється як середня. Отримано протестований продукт згідно функціональних вимог Product Backlog, що готовий до просування
$S_3^1$	Відсутність чітко визначених функціональних вимог Product Backlog призводить до простою команди. Відсутність контрактів відображається на якості роботи персоналу

Ситуаційні цілі  $C^j$ , що зазначені в табл. 2 формуються для ризикової ситуації.

Таблиця 2.2

Таблиця ситуаційних цілей

Позначення ситуаційної цілі	Опис ситуаційної цілі
$C^j$	Уникнути ризик невиконання замовлення в часових обмеженнях
$C^j$	Уникнути ризик перевищення кількості ресурсів

В табл.2.3 представлені можливі рішення та ступінь реалізації відповідного рішення.

Фрагмент таблиці можливих рішень

Позначення рішення	Опис рішення	Ступінь реалізації рішення
$R_{11}^1$	Для підвищення загальної ефективності ІТ проєкту пропонується впорядкувати Product backlog. Definition of Done встановити на основі чіткого списку вимог. Підвищити рівень практичного досвіду членів проєктної команди за рахунок залучення розробників вищої категорії	0,4
$R_{21}^1$	Формування Product Backlog проєкту згідно останніх тенденцій розвитку технологій, залучення додаткових сервісів для замовників	0,4
$R_{31}^1$	Екстенсивний процес реалізації проєкту на основі збереження тенденції, що склалася.	0,2
$R_{12}^2$	Збереження тенденції, що склалася відносно формування Product Backlog та роботи з замовниками	0,4
$R_{31}^3$	Формування Product Backlog на основі визначення чітких функціональних вимог	0,5
$R_{12}^4$	Розширення можливостей членів проєктної команди за рахунок підвищення рівня компетентності та пошук нових замовників	1

Вибір стратегії, що сприятиме виходу з ризикової ситуації, продемонструємо на основі аналізу запропонованого нечіткого ситуаційного графу управління ризиками проєктів (рис. 2.1). Ситуація визначається як кінцева, тобто неризикова, якщо забезпечуються можливості досягнення цілей проєкту (табл. 2.4). Маємо різні стратегії, що характеризуються множиною рішень, що спрямовані на уникнення ризику. Задача полягає у визначенні стратегії, що є найризикованішою та призведе до настання ризику і яку необхідно уникнути по відношенню до цілей проєкту.



Опис цілей проєкту

Ім'я	Опис цілей проєкту
$G_1$	Досягнути максимального прибутку.
$G_2$	Мінімізувати проєктні витрати
$G_3$	Підвищити продуктивність командної роботи

Ступінь реалізації стратегії уникнення ризику в кризових умовах для кожної цілі проєкту розраховується, як сумарний вплив ступеня реалізації кожного рішення:

$$\tilde{R}_i = \sum_{j=1}^n R_{ik}^j, \quad (2.1)$$

де  $n$  – загальна кількість рішень від початкової ситуації до кінцевої.

Кожна ціль проєкту  $G_i$  характеризується вагою  $a_j$ , що визначає її важливість по відношенню до інших цілей та визначається експертами. Ступінь реалізації стратегії визначається по відношенню до кожної цілі проєкту. Обраховані значення заносяться в табл. 2.5., що ілюструє приклад рис. 2.1.

Таблиця 2.5

Визначення найризикованішої стратегії

Стратегія	Кінцева ситуація	Структура стратегії	Цілі проєкту та ваги (бали)			Індекс досяжності цілей проєкту
			$G_1/3$	$G_2/2$	$G_3/1$	
$P_1$	$S_1^1$	$(R_{11}^1)$	0,5	0,4	0,5	2,8
$P_2$	$S_2^1$	$(R_{21}^1)$	0,5	0,4	0,4	2,7
$P_3$	$S_2^2$	$(R_{31}^1, R_{22}^2)$	0,8	0,8	0,7	4,7
$P_4$	$S_1^1$	$(R_{31}^1, R_{23}^2, R_{11}^3)$	0,9	0,8	0,7	5
$P_5$	$S_1^1$	$(R_{31}^1, R_{12}^2, R_{23}^3, R_{11}^4)$	0,9	0,92	0,8	5,34
$P_6$	$S_2^1$	$(R_{31}^1, R_{12}^2, R_{13}^3, R_{21}^4)$	0,8	0,9	0,9	5,1

Для кожної стратегії  $P_i$  обчислюється індекс досяжності цілей проєкту  $E_i$  в кризових умовах:

$$E_i = \sum \alpha_j \tilde{R}_{ij}, \quad (2.2)$$

який вказується в крайньому праворуч стовпці табл. 2.5. Набір з максимальним значенням індексу  $P_5 = (R_{31}^1, R_{12}^2, R_{23}^3, R_{11}^4)$  визначається як неприйнятний. Тобто, це стратегія, що є найризикованіша і яку необхідно уникнути в кризових умовах. Інші варіанти дозволяють уникнути настання ризикової події

## 2.2. Когнітивна модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum

В ході формалізації процесу управління ризиками для проєктів, що реалізуються в умовах застосування Scrum, необхідно отримати рішення задачі, де враховано та описано всі параметри, що впливають на майбутні результати ефективної реалізації проєкту. Тому доцільним є комплексне дослідження ризику та процесу управління ризиками з врахуванням як кількісних, так і якісних даних на основі когнітивного підходу [4]. Побудова когнітивної моделі управління ризиками дасть можливість представлення ризикової ситуації у вигляді сукупності впливів зовнішніх та внутрішніх факторів з визначенням зв'язків, що призводять до настання ризикової події. При цьому основні параметри формування ризику є не кількісними, а якісними. Таким чином, враховується представлення ризикової ситуації на основі отримання вербальних оцінок експертів. Однак при цьому ряд факторів та зв'язків можуть бути представлені кількісно в результаті обробки статистичних даних, оскільки різні фактори можуть бути оцінені на основі різних джерел. Дані, на основі яких здійснюється управління ризиками проєктів в умовах Scrum, є якісними, нечіткими та суб'єктивними, що є відображенням знань експертів. Тому застосування когнітивного підходу [5] надасть можливості врахування слабкоструктурованості та розрізненості даних в процесі моделювання управління ризиками.

Використовуючи методику [6], побудовано нечітку когнітивну карту управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі дослідження впливів різних факторів, що в комплексній взаємодії призводять до настання ризикової події. Для цього необхідно провести попередні дослідження, що представлено у вигляді наступної схеми (рис. 2.2).



**Рисунок 2.2 – Схема формалізації процесу управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу**

Формування системи факторів та зв'язків між ними в процесі побудови когнітивної моделі управління ризиками проєктів в умовах Scrum базується на аналізі поточної ситуації. Сутність даного процесу полягає у виділенні та співставленні впливів одних факторів на інші через треті. Це забезпечить формування можливих альтернатив рішень в процесі управління ризиками. Такими альтернативами є множина управлінських факторів, тобто факторів, на зміну яких може безпосередньо впливати проєктний менеджер. В процесі подальшого аналізу при побудові когнітивної карти управління ризиками проєктів важливим є виділення факторів з сильнішим впливом на цільовий фактор, тобто фактор. Значення якого необхідно змінити.

Модель управління ризиками проєктів, що реалізуються в умовах застосування Scrum, на основі когнітивного підходу представляє нечітку

когнітивну карту. Формально, когнітивна карта управління ризиком проєктів в умовах Scrum представляє орієнтований граф з множиною вершин, що відповідають факторам, та множиною ребер, що є зв'язками між факторами. Ребра визначають причинно-наслідкові (каузальні) зв'язки між факторами, що характеризують їх взаємний вплив один на одного. Ваги характеризують силу впливу факторів. В даному випадку для того щоб характеризувати силу впливу між вузлами-концептами вводяться ваги  $w_{ij}$ , які характеризують ступінь впливу одного концепта на інший за допомогою значення лінгвістичної шкали типу (дуже малий, малий, середній, великий, дуже великий). Значення ваг  $w_{ij}$  встановлюються експертним методом. Опитування експертів реалізуємо використавши метод Делфі.

Зв'язки між факторами представимо як прямі та непрямі впливи. Особливістю прямого впливу є вплив суміжних вершин, тобто факторів. Прямі впливи задаються на основі елементів матриці суміжності. На відміну від прямого впливу, непрямий вплив фактору  $i$  на фактор  $j$  визначається на основі сумарного представлення впливів через шлях, довжина якого більше 1, що йде від фактору  $i$  до фактору  $j$ . Тобто, сумарний вплив є результуючим впливом згідно усіх шляхів від фактору  $i$  до фактору  $j$ . Для того щоб визначити значення параметрів вершин когнітивної карти та ступінь впливу застосовується метод експертних оцінок.

Згідно моделі Коско [7], параметризацію впливів реалізуємо на основі обчислення непрямих та сумарних впливів. Непрямий вплив  $N_P$  фактору  $i$  на фактор  $j$  через шлях  $P$ , що проходить від фактору  $i$  до фактору  $j$ , визначається на основі співвідношення [8]:

$$N_P = \min_{k,l \in E(P)} w_{kl}, \quad (2.3)$$

де  $E(P)$  – множина ребер шляху  $P$  та  $w_{ij}$  – вага ребра  $(k, l)$  шляху  $P$ , яка виражається в термінах лінгвістичних змінних.

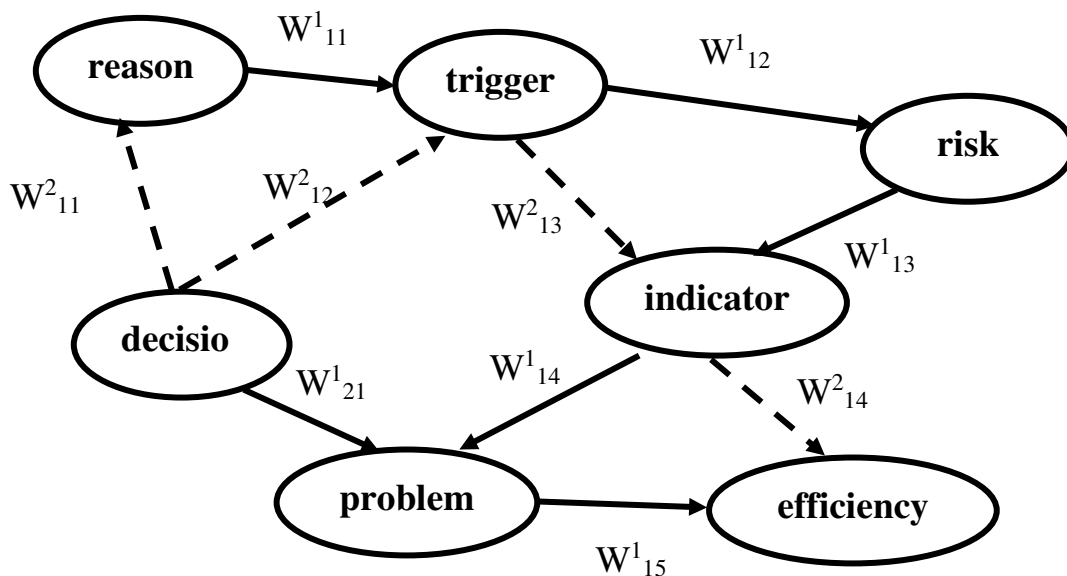
Сумарний вплив  $S_{ij}$  фактора  $i$  на фактор  $j$  обчислюється наступним чином:

$$S_{ij} = \max_{I_p} N_p, \quad (2.4)$$

де максимум визначається на основі всіх шляхів  $P(i, j)$  від фактору  $i$  в фактор  $j$ . Таким чином,  $N_p$  є найбільш слабким зв'язком шляху  $P$ , а  $S_{ij}$  найбільш сильним з непрямих впливів  $N_p$ .

Для побудови нечіткої когнітивної карти управління ризиком проєктів (рис.2.3) в умовах Scrum виділено наступні фактори (концепти), що включають:

- *reason* – події у зовнішньому або (і) внутрішньому середовищі проєкту, що є причиною можливого настання ризикової події;
- *trigger* – події у зовнішньому або (і) внутрішньому середовищі проєкту, що є призводять до можливого настання ризикової події;
- *risk*– ризики, викликані визначеними подіями у зовнішньому або (і) внутрішньому середовищі проєкту;
- *indicator* – показники прогнозування виникнення та розвитку ризику;
- *problem* – показник наслідку ризику для проєктів в умовах Scrum;
- *decision* – заходи, що необхідні для запобігання або зниження рівня різних ризиків;
- *efficiency* – показники ефективності проєктів в умовах Scrum.



**Рисунок 2.3 – Узагальнена нечітка когнітивна карта управління ризиками проєктів в умовах Scrum**

Аналіз побудованої нечіткої когнітивної карти управління ризиками проєктів (рис. 2.3), що реалізуються в умовах застосування Scrum, вказує як впливають різні фактори на настання ризикової події та можливості уникнення цього. Нехай  $E_{ij}^{(m)}$  і  $I_{ij}^{(m)}$  – число позитивних (згідно прийнятого рішення) і негативних (вимушених внаслідок настання певних подій) шляхів довжини  $m$ , що йдуть від фактору  $i$  к фактору  $j$ , відповідно. Тоді сумарні позитивні і негативні впливи фактору  $i$  на фактор  $j$  визначаються таким чином [9]:

$$pz_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m) E_{ij}^m \quad \text{– позитивний вплив;}$$

$$nq_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m) I_{ij}^m \quad \text{– негативний вплив,}$$

де  $f(m)$  – монотонна неспадна функція від довжини шляху  $m$ , яка визначає ступінь ослаблення впливу на шляху від  $i$  до  $j$ . В ролі  $f(m)$  вибирається монотонно спадаюча і диференційована функція:

$$f(m) = z^m (0 < z < 1),$$

де  $z$  – коефіцієнт, що визначає ступінь ослаблення.

Нехай  $j$  – фактор, що лежить на шляху між факторами  $i$  і  $k$ . Тоді позитивна  $spik(j)$  і негативна  $snik(j)$  компоненти впливу фактору  $i$  на  $k$  через фактор  $j$  визначаються таким чином:

$$pz_{ik(j)} = pz_{ij} pz_{jk} + nq_{ij} nq_{jk},$$

$$nq_{ik(j)} = pz_{ij} nq_{jk} + nq_{ij} pz_{jk}. \quad (2.5)$$

На основі цих співвідношень будуються матричні операції, що дозволяють здійснити ефективне обчислення причинно-наслідкових впливів. Для цього спочатку по вихідній матриці суміжності  $W=[w_{ij}]_{n \times n}$  когнітивної карти необхідно визначити позитивну і негативну валентні матриці  $Pz=[p_{z_{ij}}]$  та  $Nq=[n_{q_{ij}}]$ :

$$p_{z_{ij}} = \begin{cases} +1, & \text{якщо } w_{ij} = +1 \\ 0 & \text{в протилежному випадку} \end{cases},$$

$$n_{q_{ij}} = \begin{cases} +1, & \text{якщо } w_{ij} = -1 \\ 0 & \text{в протилежному випадку} \end{cases}. \quad (2.6)$$

Ці матриці використовуються для обчислення впливів через шляхи довжини  $m$ . Позначимо через  $Pz^{(m)}=[p_{z_{ij}}^{(m)}]$  і  $Nq^{(m)}=[n_{q_{ij}}^{(m)}]$  матриці, елементами яких є позитивні і негативні впливи через шляхи довжини  $m$ . Тоді:

$$Pz^{(m)} = Pz^{(m-1)}Pz^{(1)} + Nq^{(m-1)}Nq^{(1)},$$

$$Nq^{(m)} = Pz^{(m-1)}Nq^{(1)} + Nq^{(m-1)}Pz^{(1)}, \quad (2.7)$$

$$\text{де } Pz^{(1)}=[p_{z_{ij}}^{(1)}]=[f(1)p_{ij}]=hP; \quad Nq^{(1)}=[n_{q_{ij}}^{(1)}]=[f(1)n_{q_{ij}}]=hNq.$$

Крім того:

$$Pz^{(m)} = 0,5\{(Pz^{(1)} + Nq^{(1)})^m + (Pz^{(1)} - Nq^{(1)})^m\},$$

$$Nq^{(m)} = 0,5\{(Pz^{(1)} + Nq^{(1)})^m - (Pz^{(1)} - Nq^{(1)})^m\}. \quad (2.8)$$

Позначимо матриці сумарного позитивного і негативного впливу,

відповідно, через  $Pz = [pz_{ij}] = \sum_{l=1}^{\infty} Pz^{(l)}$  і  $Nq = [nq_{ij}] = \sum_{l=1}^{\infty} Nq^{(l)}$ , де  $pz_{ij}$  – сумарний позитивний вплив від фактору  $i$  до фактору  $j$  через всі шляхи довільної довжини; аналогічно,  $nq_{ij}$  – сумарний негативний вплив. Тоді:

$$Pz = 0,5[(Pz^{(1)} + Nq^{(1)})\{I - (Pz^{(1)} + Nq^{(1)})\}^{-1} + (Pz^{(1)} - Nq^{(1)})\{I - (Pz^{(1)} - Nq^{(1)})\}^{-1}],$$

$$Nq = 0,5[(Pz^{(1)} + Nq^{(1)})\{I - (Pz^{(1)} + Nq^{(1)})\}^{-1} + (Pz^{(1)} - Nq^{(1)})\{I - (Pz^{(1)} - Nq^{(1)})\}^{-1}], \quad (2.9)$$

де  $I$  – одинична матриця.

Вибір параметра  $h$  здійснюється на основі твердження, що доведено в [6], суть якого полягає в наступному:

– якщо всі власні числа матриці  $(Pz^{(1)} + Nq^{(1)})$  не перевищують 1, то значення матриць  $Pz$  і  $Nq$  сходяться до кінцевих значень;

– якщо  $\lambda_{max}$  – максимальне власне значення матриці  $(Pz + Nq)$ , то  $h$  повинен знаходитися в діапазоні  $0 < h < 1/\lambda_{max}$ , якщо  $\lambda_{max} > 1$ , і  $0 < h < 1$ , якщо  $\lambda_{max} \leq 1$ , оскільки  $(Pz^{(1)} + Nq^{(1)})$  дорівнює  $h(Pz + Nq)$ ;

– якщо значення  $h$  близько до  $h_{max} = 1/\lambda_{max}$ , то позитивні і від'ємні впливи між факторами стають мало помітними.

Тому  $h$  потрібно вибирати менше, ніж  $\lambda_{max}$ . Зі зменшенням  $h$  зменшується вплив довгих шляхів на кінцевий результат; тому, змінюючи  $h$ , можна аналізувати вплив шляхів різної довжини на кінцевий результат.

Для того щоб представити динаміку змін в проєкті на основі (2.3) та (2.4) залежність від часу  $t$  матиме вигляд:

$$N_p(t) = \prod_{(i,j) \in E(P)} \psi_i(t) \cdot w_{ij}, \quad (2.10)$$

де  $E(P)$  – множина ребер  $P$ , стан вершини  $i$  у момент часу  $t$ ,  $w_{ij}$  – вага ребра  $(i, j)$  шляху  $P$ .



Відповідно, сумарний вплив  $S_{ij}$  фактору  $i$  на фактор  $j$  з врахуванням усіх шляхів обчислюється наступним чином:

$$S_{ij}(t) = \sum \max N_p(t). \quad (2.11)$$

На основі значень  $w_{ij}$  отриманих експертним методом [10], та обчислень згідно (2.5)–(2.9) отримаємо наступні  $N_p$  для кожного зі шляхів (обчислення виконано на основі умовних значень на прикладі академічного проєкту в галузі інформаційних технологій) у різні моменти часу, що відповідають віхам проєкту (табл. 1).

Таблиця 2.6

Таблиця значень непрямих впливів у різні моменти часу проєкту

P	Np1	Np2	Np3	Np4	Np5
(reason, trigger, risk)	0,25	0,2 8	0,29	0,17	0,28
(reason, trigger, risk, indicator, problem)	0,24	0,176	0,21	0,18	0,2
(risk, indicator, problem, efficiency)	0,29	0,276	0,351	0,261	0,252
(decision, indicator, indicator, efficiency)	0,267	0,209	0,287	0, 257	0,245
(decision, problem, efficiency)	0,31	0,278	0,376	0,278	0,252

Внаслідок обчислень згідно формули (2.10) можемо отримати результати значень  $S_{ij}$  вище 1. Обмежуючи область значень  $S_{ij}$  інтервалом  $[-1; +1]$ , отримуємо можливість інтерпретувати ці значення в нечіткій лінгвістичній шкалі від дуже слабкого до дуже сильного позитивного чи негативного впливу. При цьому враховуємо, що маємо слабо структуровану ситуацію для експерта та проєктного менеджера точної кількісної оцінки впливу. На основі (2.10) та значень табл. 2.6 отримуємо наступні сумарні значення  $S_{ij}$  для кожного  $P$ : 0.523, 0.68, 0.932, 0.932, 1.31. Отримані значення дають можливість оцінити вплив факторів один на одного та на ефективність проєкту в цілому з метою визначення

ключових факторів, що потребують підвищеної уваги. Це сприятиме можливості превентивної реакції на зміни, що можуть негативно вплинути на результати проєкту. Тобто маємо можливість реагування через індикатор ризику шляхом реалізації відповідних протиризикових заходів. Крім того, отримані значення сумарного впливу факторів дозволяють розробити стратегічні рішення, що спрямовані на оптимізацію проєкту. Таким чином можна посилити вплив позитивних факторів або зменшити негативний вплив, що підвищить загальну ефективність проєкту.

### **2.3. Імітаційна модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum в різних ситуаціях**

В ІТ проєкті, що реалізується із застосуванням гнучкої методології Scrum, всі зацікавлені сторони діляться на дві групи. З одного боку, регулярно і повністю задіяні команда розробників (Scrum Team) і керівник (Scrum master), а також власник продукту (Product owner PO). Тоді як з іншого ті, які зацікавлені (і задіяні) у проєкті, але не мають прямого відношення до безпосередніх процесів розробки, проте потреби, бажання, ідеї і вплив яких враховується, однак не завжди дозволяється безпосередньо впливати, змінювати або включатися в хід Scrum проєкту. До них відносяться користувачі (Users), клієнти і продавці (Stakeholders), експерти-консультанти (Consulting Experts) [11,12]. Тому, можливість появи протиріч різного роду та характеру між різними сторонами та виконавцями може привести до виникнення ризикових ситуацій, пов'язаних з конфліктами, що призводить до втрат часу реалізації і вплине на ефективність проєкту.

Для побудови імітаційної моделі управління ризиками ІТ проєкту в ситуаціях застосуємо техніку графодинамічного моделювання, згідно [13], та уведемо наступні формальні поняття:

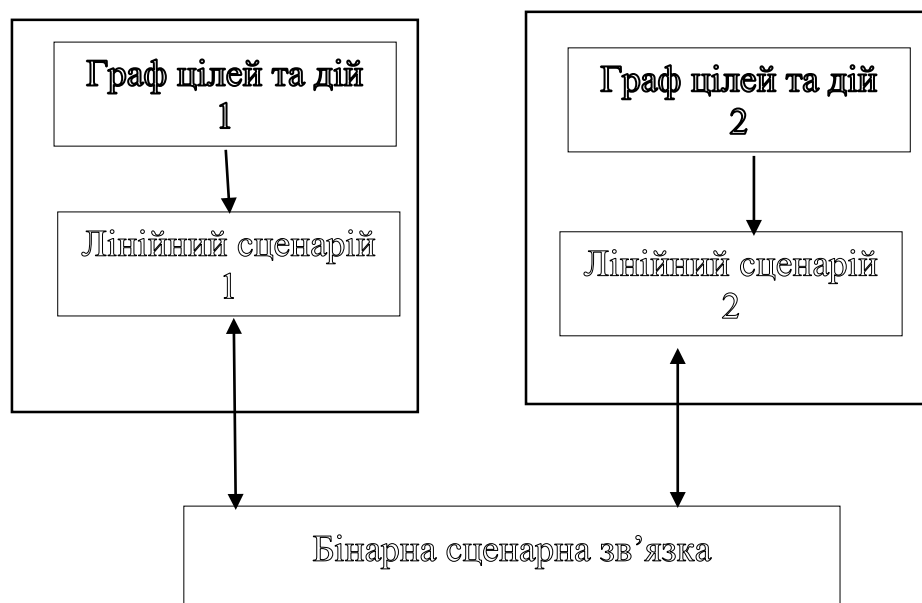
- граф цілей та дій;

- лінійний сценарій поведінки зацікавлених сторін ІТ проєкту у відповідності до графу цілей та дій в ризиковій ситуації;

- бінарна сценарна зв'язка , що моделює взаємодії учасників проєкту в ризиковій ситуації.

До особливих факторів, які необхідно враховувати в ході досліджень, відносяться такі, як характер взаємодії зацікавлених сторін ІТ проєкту, оцінка часу, необхідного для виконання завдань, відповідність завдання поставленій цілі. Тому, в основі дослідження розглянемо ризикову ситуацію, пов'язану з конфліктом між зацікавленими сторонами на простому академічному прикладі ІТ проєкту розробки чатбота для платформи Facebook Messenger, що реалізується в умовах гнучкої методології Scrum. Users та Stakeholders висувають нові вимоги, що суперечать архітектурі вже створеного і поставленого продукту, які не погоджують Scrum Team і Scrum master. В даній ситуації су'бектами бінарної гри є з одного боку Users та Stakeholders, та Scrum Team і Scrum master з іншого. Домінантний фактор для Scrum Team і Scrum master - відповідність якості вимогам, Users та Stakeholders – висунуті ними нові вимоги.

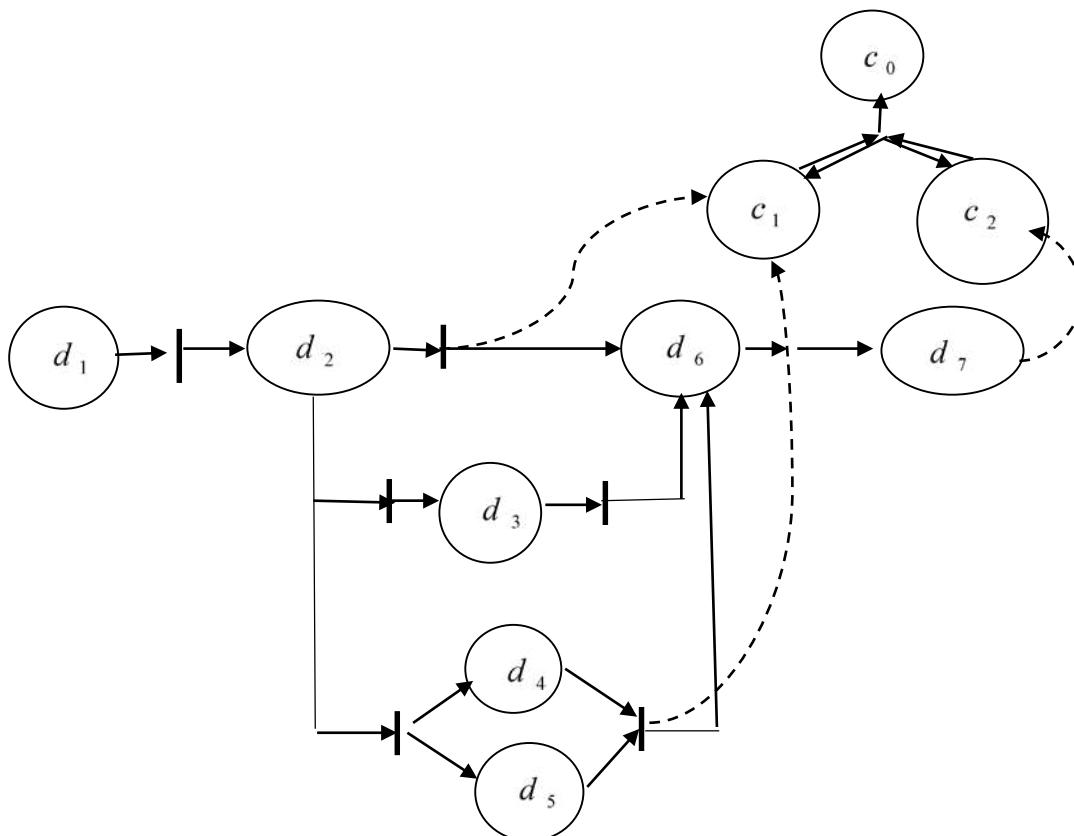
Представимо структуру бінарної гри, що є в основі моделі, у відповідності до введених формальних понять (рис.2.4)



**Рисунок 2.4 – Структура бінарної гри**

Граф цілей та дій представимо у вигляді мережі Петрі [14], тобто двочастковий орієнтований граф (що має складові) з двома компонентами зв'язності, що моделюють відповідно послідовні та паралельні процеси виконання дій суб'єктами гри, що спрямовані на досягнення цілей. Позиція в графі цілей та дій (зображується кружком) відповідає або дії, або цілі. Наявність маркера в позиції інтерпретується як виконання дії і досягнення цілі. Перехід в графі (зображується прямокутником) моделює стрибкоподібну зміну стану мережі: видалення маркерів з вхідних позицій переходу і внесення маркерів в його вихідні позиції. Взаємодія складових графу цілей та дій зображується пунктирними стрілками.

На рис.2.5 представлений граф цілей та дій Scrum Team і Scrum master Sprint інвестиційної фази проєкту розробки чатбота для платформи Facebook Messenger:



**Рисунок 2.5 – Граф цілей та дій Scrum Team і Scrum master в Sprint**

Демо деякі пояснення до графу цілей та дій на рис. 2. 5

Цілі Scrum Team і Scrum master в Sprint

$c_0$  - отримання готового якісного продукту;

$c_1$  - збереження вже розробленого продукту;

$c_2$  - внесення змін до сформованих вимог.

Дії Scrum Team і Scrum master в Sprint:

$d_1$  - підготовка видачі мінімального приросту продукту за функціональністю;

$d_2$  - обговорення проблеми з Users та Stakeholders

$d_3$  - знаходження компромісного рішення Scrum Team і Scrum master з Users та Stakeholders

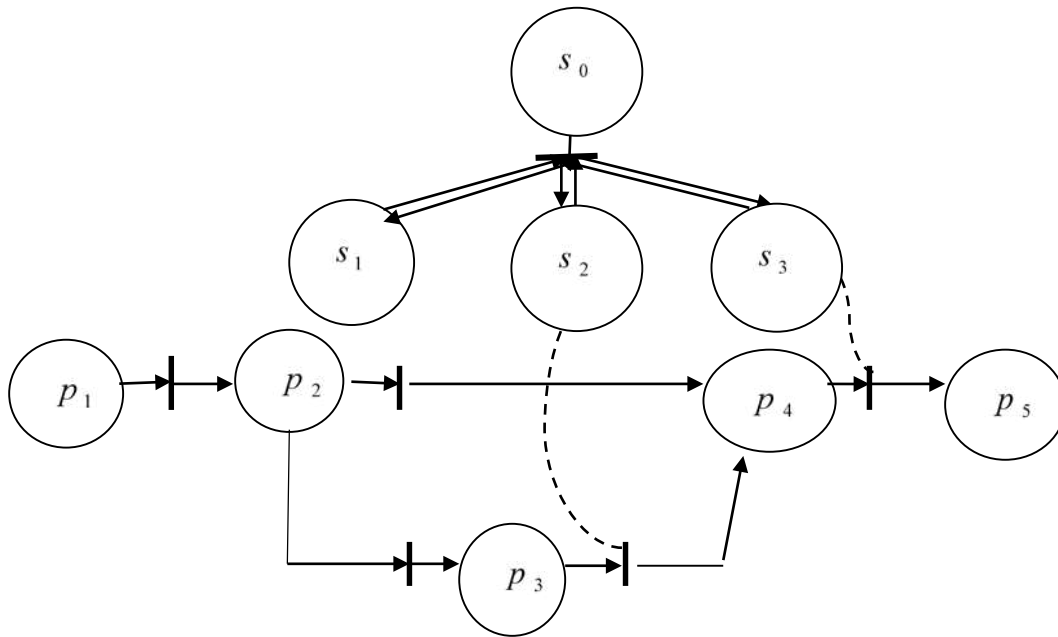
$d_4$  - реалізація внесених змін;

$d_5$  - рефакторинг та переробка переробки на кожній черговій ітерації;

$d_6$  - Sprint Review Meeting;

$d_7$  - Sprint Retrospective .

Дії Scrum Team і Scrum master починаються з підготовки до видачі мінімального приросту продукту за функціональністю згідно попередніх вимог незалежно від результату обговорення та пошуку компромісного рішення (маркер в позиції  $d_1$ ). Початок обговорення відмічається переміщенням маркера в позицію  $d_2$  при спрацьовуванні переходу  $t_1$ . Позитивний результат обговорення моделюється переходом  $t_2$ , який передає маркер в позицію  $d_3$  і далі, при спрацьовуванні  $d_4$ , маркери вносяться в позицію дії  $d_5$  і цільову позицію  $c_1$ . Перехід  $t_6$  передає маркер в позицію  $d_6$ , а перехід  $t_7$  - в позицію  $d_7$ , що означає, що компромісне рішення знайдено. Невдача обговорення проблеми Scrum Team і Scrum master з Users та Stakeholders моделюється спрацьовуванням  $t_3$ , внесенням маркера в  $d_4$  та  $d_5$ , що реалізуються паралельно, і далі в  $d_6$ ,  $d_7$ ,  $c_2$ . Граф цілей та дій на рис. 2.6 подібним чином моделює можливі варіанти поведінки Users та Stakeholders .



**Рисунок 2.6 – Граф цілей та дій Users та Stakeholders**

Цілі Users та Stakeholders в Sprint

$s_0$  -отримання готового продукту з максимальними перевагами;

$s_1$  - залучення підтримки міжнародних організацій та фондів;

$s_2$  - розробка інноваційного продукту;

$s_3$  -збільшення цільової аудиторії користувачів.

Дії Users та Stakeholders в Sprint:

$p_1$  - висунуті нові вимоги до готового продукту;

$p_2$  - знаходження компромісного рішення Scrum Team і Scrum master з

Users та Stakeholders

$p_3$  - Users та Stakeholders наполягають на переробці згідно нових вимог;

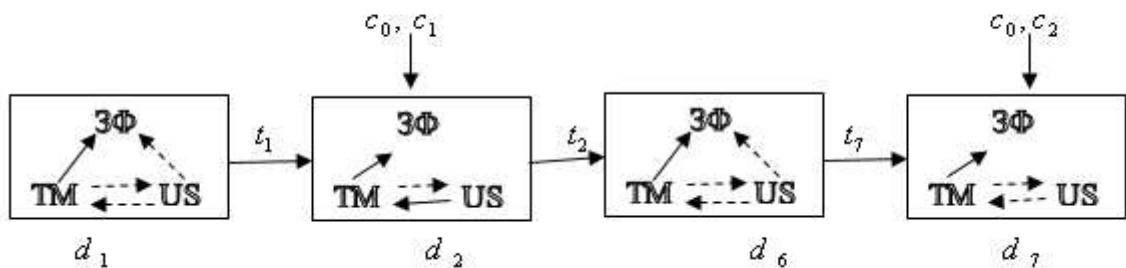
$p_4$  - Sprint Review Meeting;

$p_5$  - Sprint Retrospective .

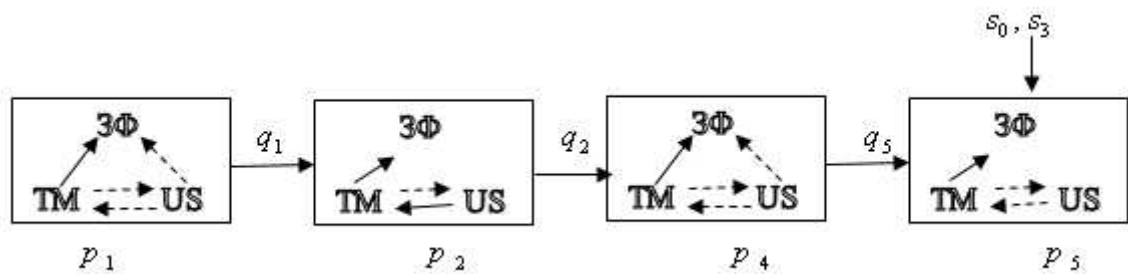
Сценарій суб'єкта моделюється лінійним графом, що формується на основі графу цілей та дій. Вершини графу сценарію відповідають діям, дуги - переходам мережі Петрі. Кожній дії зіставляється структура, що виражається графом ставлення: суб'єкта 1 до суб'єкта 2, а також суб'єктів 1 і 2 до домінантного зовнішнього фактору (ЗФ).

Суб'єктам гри можуть відповідати як однакові, так і різні фактори. Ставлення може бути нейтральним (відсутність на графі відносин відповідної дуги), позитивним (суцільна дуга) і негативним (пунктирна дуга). Вершини графа сценарію зображено у вигляді квадратів, всередину яких розміщено графі ставлення, а стрілки, що зображено над верхньою стороною квадрата, вказують на цілі, що досягнуті при виконанні дії. Визначений у такий спосіб лінійний сценарій поведінки суб'єкта гри відображає реалізовану їм послідовність дій, динаміку відносин і динаміку досягнення цілей в процесі реалізації цієї послідовності.

У розглянутому прикладі (рис. 2.5, 2.6) можливо два лінійних сценарію поведінки обох суб'єктів гри - жорсткий і м'який. Жорсткі сценарії для Scrum Team і Scrum master (позначимо TM), а також для Users та Stakeholders (позначимо US) наведені на рис. 2.7, 2.8.



**Рисунок 2.7 - Лінійний сценарій поведінки Scrum Team і Scrum master**



**Рисунок 2.8 – Лінійний сценарій поведінки Users та Stakeholders**

В середині кожного квадрату зображено структури, що відображають бачення відносин між відповідними суб'єктами. При підготовці видачі мінімального приросту продукту за функціональністю (дія  $d_1$ ) Scrum Team і Scrum master виходять з домінанти реалізації готового продукту і мають

упереджене ставлення до Users та Stakeholders. Вони враховують також негативне ставлення Users та Stakeholders по відношенню до них. На стадії обговорення проблеми (дія  $d_2$ ) як Scrum Team і Scrum master, так і Users та Stakeholders змушені ставитися один до одного як до партнерів, для Scrum Team і Scrum master домінує отримання якісного результату згідно попередньо висунутих вимог, Users та Stakeholders відносяться до цього нейтрально.

Бінарна сценарна зв'язка дозволяє спільно розглянути можливі сценарії суб'єктів гри і встановити між ними обмежувальні відносини шляхом регламентації тривалості дій.

На основі дослідження простого академічного прикладу ІТ проєкту розробки чатбота для платформи Facebook Messenger, що реалізується в умовах застосування Scrum, розроблена графодинамічна імітаційна модель управління ризиками ІТ проєкту шляхом аналізу бінарної гри в ситуації протиріччя між зацікавленими сторонами, що забезпечить можливості уникнення негативних наслідків та підвищить ефективність управління ІТ проєктом.

Реалізація побудови графодинамічної імітаційної моделі управління ризиками ІТ проєкту в ситуації протиріччя між зацікавленими сторонами здійснено на основі дослідження бінарної гри шляхом застосування сценарного підходу [15]. Це забезпечило можливості управління ситуацією та координацію дій між зацікавленими сторонами ІТ проєкту, поведінка яких впливає на реалізацію Scrum. При цьому зацікавлені сторони ІТ проєкту розглядається як суб'єкти, що в даному ІТ проєкті мають кожен свою мету, відрізняється своєю поведінкою, що може змінюватись, та характеризуються відношенням протиріччя між собою. Суб'єкти процесу можуть приймати компромісні рішення, що забезпечить вихід з кризової ситуації та узгоджуватись з факторами зовнішнього оточення, а також змінюватись. Лінійні сценарії поведінки Scrum Team і Scrum master, а також Users та Stakeholders при цьому базуються на моделювання поведінки окремих суб'єктів та узгоджує їх цілі, координує дії та рішення конфліктів між ними. Таким чином, даний підхід дозволяє дослідити різні варіанти ситуацій та сформулювати сценарій виходу з кризи та знайти



компромісне рішення, що забезпечить уникнення ризику конфлікту та сприятиме задоволенню всіх зацікавлених сторін. При цьому для кожної бінарної зв'язки аналізується розвиток ризикової ситуації. Дана модель застосовується для підтримки прийняття оптимальних рішень в управлінні ризиками ІТ проєкту в умовах Scrum складних кризових обставинах, що дозволяє підвищити ефективність проєкту за рахунок зменшення втрат часу, та може застосовуватись також для методологій Agile та Kanban.

Управління ризиками проєкту в умовах Scrum має бути динамічним та адекватним до змін в проєкті та оточенні. Тому необхідно прогнозувати тенденції розвитку оточення в короткостроковій та довгостроковій перспективі. Декомпозиція інтегрального ризику на складові забезпечить можливості вироблення протиризикових заходів, що спрямовані не на сам ризик, а на фактори, що його породжують.

## **2.5. Висновки до розділу 2**

1. Побудовано модель ситуаційного управління ризиками проєктів у вигляді нечіткого ситуаційного графу, що забезпечить вибір стратегії, що сприятиме виходу з ризикової ситуації. Дана модель наглядно демонструє вироблення рішень та визначення індексу досягнення цілей проєкту, на основі якого здійснюється оперативне прийняття управлінських рішень, а також визначення майбутньої стратегії.

2. Побудовано модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти, що забезпечить можливості оптимізації стратегічних рішень. Дана модель наглядно демонструє причинно-наслідкові зв'язки між факторами, що призводять до ризикової події, в динаміці та можливості уникнення ризику, а також формування пріоритетів і напрямків у відповідності до цілей проєкту.

3. Досліджено імітаційну модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum в різних ситуаціях на основі бінарної гри шляхом застосування сценарного підходу. Даний підхід дозволяє дослідити різні варіанти ризикових

ситуацій та сформувані сценарій виходу з кризи, а також знайти компромісне рішення, що забезпечить задоволення всіх зацікавлених сторін.

### Список використаних джерел до розділу 2

1. Diestel R. Graph Theory, Electronic Edition . NY: Springer-Verlag, 2005. С. 422.
2. Prokopenko, T., Lavdanska, O., Povolotskyi, Y., Obodovskyi, B., Tarasenko, Y. Devising An Integrated Method For Evaluating The Efficiency Of Scrum-Based Projects In The Field Of Information Technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021, 5(3-113), стр. 46–53
3. 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>
4. Prokopenko, T., Grygor, O., Prokopenko, V., Lavdanska, O. Devising a project risk management method under scrum conditions based on cognitive approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2024. 5(3 (131), 18–26. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313050>
5. Taber W. R. Fuzzy Cognitive Maps Model Social Systems. *Artificial Intelligence Expert*, 1994. 9. 18-23.
6. Liu Z.-Q., Zhang J. Y. Interrogating the structure of fuzzy cognitive maps. *Soft Computing*, 2003. V. 7. P. 148–153.
7. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps. *International Journal Man-Machine Studies*, 1986. 11, 65-67.
8. Т.О. Прокопенко, А.П. Ладанюк, Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. 224 с.
9. Sawaragi T, Iwai S, Katai O. An integration of qualitative causal knowledge for user-oriented decision support. *Control Theory and Advanced Technology*, 1986.

2, 451–482.

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

11. Maximini, Dominik. The Scrum Culture: Introducing Agile Methods in Organizations. Management for Professionals . Cham: Springer. January 8, 2015. Retrieved August 25, 2016. С. 26. ISSN 978331911827

12. 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.

13. Т.О. Прокопенко, В.А. Прокопенко Графодинамічне моделювання управління ситуаціями в інноваційних проєктах на основі методології Scrum. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Черкаси: ЧДТУ*, 2020. № 3. С.13 – 19 DOI: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.3.2020.211393>

14. James Lyle Peterson Petri Net Theory and the Modeling of Systems. Prentice Hall; First Edition. 1981. 290 pages. ISBN-10 : 0136619835 ISBN-13 : 978-0136619833.

15. 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

## РОЗДІЛ 3

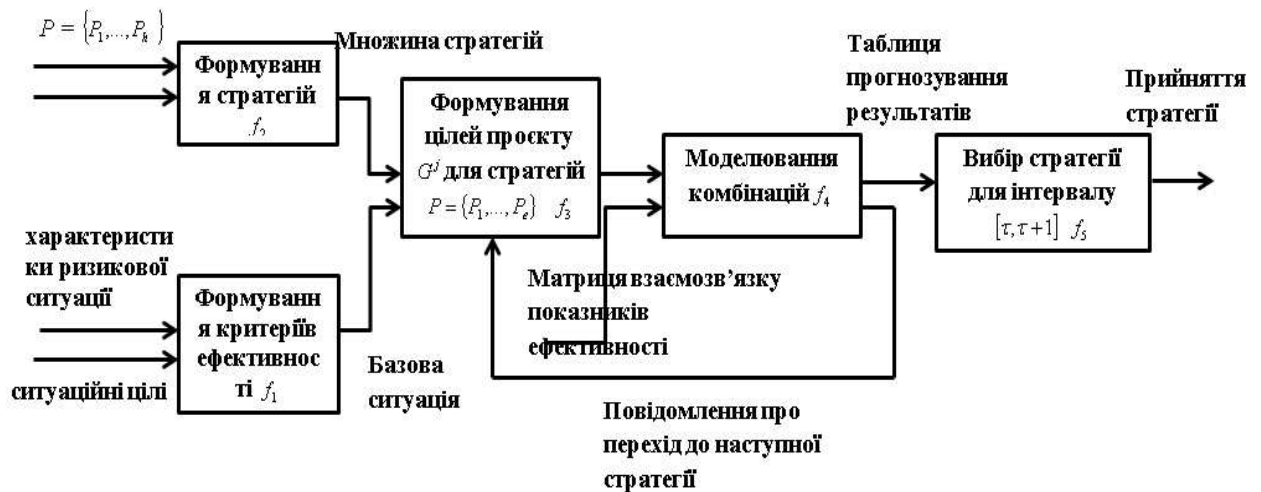
**МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ В УМОВАХ  
SCRUM****3.1. Комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на  
основі Big Data**

Комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів характеризується складністю проблеми формалізації процедур прийняття управлінських рішень і їхнього інформаційного забезпечення, враховуючи наявність як структурованих, так і не структурованих даних. Одержання інформації для прийняття рішень при управлінні ризиками проєктів вимагає переробки значних обсягів даних різного роду та характеру. Застосування технології Big Data забезпечить реалізацію комбінованої схеми формування інформаційних потоків та їх перетворення за рахунок занурення в середовище відповідного рівня, що має визначені цільові настанови і правила переваг. При реалізації такої схеми з'являються визначені переваги за рахунок об'єднання двох підходів: об'єктного й ієрархічного. Цим забезпечуються однозначне відображення предметної області і занурення інформації в різні управлінські рівні.

При ситуаційному управлінні ризиками проєктів необхідно враховувати наступні фактори:

- різко посилюються негативні наслідки помилок при прийнятті управлінського рішення і його реалізації. В умовах ризикової ситуації можлива кардинальна зміна напрямків рішень і виникають нові можливості, а ті, що існували раніше, зникають, тому помилки у виборі і реалізації того чи іншого управлінського рішення можуть бути фатальними;
- не спрацьовують рутинні, звичні процедури і схеми;
- альтернативні варіанти рішень можуть відрізнятися один від одного стратегіями реалізації, використаними матеріальними, інформаційними, енергетичними потоками, учасниками і т. п.

Комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі також застосування технології Big Data продемонструємо за допомогою наступної імітаційної моделі (рис. 3.1).



**Рисунок 3.1 – Комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів**

Крок 1. Процес  $f_1$  одержує на вході набір нечітких значень показників та критеріїв ефективності проєкту та впливи факторів зовнішнього середовища, а також набір ситуаційних цілей. На виході процесу отримуємо якісну оцінку ризикової ситуації. Перетворення, що виконуються процесом  $f_1$  описуються переважно продукційними правилами ЯКІЩО – ТО. Приклад правила, що визначає ризикову ситуацію як «дуже високу», має вигляд:

*ЯКІЩО (((ефективність проєкту = низька)*

*I (рівень Definition of Done = низький))*

*АБО(...)*

*АБО ((ефективність проєкту = низька)*

*I (Набутий практичний досвід членів проєктної = середній))), ТО (ризиковість ситуації = дуже висока).*

Крок 2. Процес  $f_2$  у відповідності до кінцевої ситуації на основі множини рішень  $R=\{R_1, \dots, R_h\}$  формує множину стратегій  $P=\{P_1, \dots, P_e\}, e \leq h$ , з врахуванням визначених ситуаційних цілей. Даний процес включає обрахунок ступеню реалізації стратегії, що формують експертну інформацію про різні варіанти рішень з метою уникнення ризиків. Це дозволяє з урахуванням обраного критерію ефективності альтернативних сценаріїв уникнення ризику своєчасно визначати необхідність реалізації заходів з розподілу і виключенню ризику або мінімізація ризику.

Крок 3. Процес  $f_3$  для кожної цілі  $G_j$  проєкта комбінує всі ймовірні стратегії  $P=\{P_1, \dots, P_e\}, e \leq h$  уникнення ризику на  $i$ -м інтервалі. Моделювання здійснюється миттєвою (стрибкоподібною) зміною значень показників ефективності проєкту. Показники, сформовані процесом  $f_1$  (без врахування управління, що виражається стратегіями для  $i$ -го інтервалу), змінюються у значення, що враховують всі стратегії  $P=\{P_1, \dots, P_e\}, e \leq h$  для цілей  $G_j$ , для  $i$ -го інтервалу (видані процесом  $f_2$ ).

Крок 4. Процес  $f_4$  виконує моделювання оцінювання варіантів стратегій для кінцевих ситуацій на поточному інтервалі. Його входами є початкові ситуаційні умови з врахуванням стратегій  $P=\{P_1, \dots, P_e\}, e \leq h$  (табл. 2.5) і ваги цілей проєкту. Ступінь впливу оцінюється числами з інтервалу  $[0, 1]$  з тими ж граничними точками.

Виходом процесу  $f_4$  є таблиця прогнозованих показників досягнення цілей  $G_j$  проєкту для кожної стратегії  $P_i$  у відповідності до кінцевої ситуації в кінцевій точці інтервалу (табл. 2.5) з врахуванням ваги цілі проєкту, що визначається експертами.

Іншим виходом процесу  $f_4$  є повторне звернення до процесу  $f_3$ , якщо промодельовані не всі стратегії.

Крок 5. Процес  $f_5$  аналізує табл. 5: для кожної графі  $P_i$  обчислюється індекс  $E_i$  досяжності цілей проєкту за (2.2). Далі вибирається та графа (стратегія), індекс досяжності для якої задовольняє прийнятому критерію.

Даний комплексний метод ситуаційного управління ризиками може бути застосовано при розробці інформаційних технологій управління проєктами. Це дозволить розширити інтелектуальні можливості підтримки прийняття управлінських рішень. Алгоритм комплексного методу ситуаційного управління ризиками проєктів на основі технології Big Data наведено в Додатку Б.

В кризових умовах для процесу управління ризиками проєкту важливого значення набуває оцінювання ситуацій, управління ситуацією, пошук оптимального управлінського рішення в обставинах, що склалися. Це забезпечить можливості адекватно та точно оцінити поточну ризикову ситуацію, адаптуватися до ситуації та прийняти відповідні ефективні рішення, що сприятимуть досягненню цілей проєкту, а також уникненню майбутніх кризових ситуацій. А це підвищує гнучкість проєкту та сприяє зниженню витрат в проєкті. В такій постановці представлена наукова задача розглянута вперше.

Досліджуваний комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі технології Big Data ґрунтується на комбінованому застосуванні методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data. Нечіткий ситуаційний граф (рис. 2.1) наглядно демонструє вибір стратегії, що сприятиме виходу з ризикової ситуації в кризових умовах. Побудова індексу досяжності цілей проєкту (2.2), що формується на основі нечіткого ситуаційного графу (рис.2.1), дає можливості дослідження набору перспективних та адаптованих до ситуації рішень. Оперативне реагування на зміну ситуації для досліджуваного проєкту в кризових умовах впливає на майбутні показники ефективності через певний проміжок часу. Це дає можливість для прийняття необхідних управлінських рішень у режимі “реального часу”, що дозволяє скоротити можливі витрати. Застосування технології Big Data сприяє обробці неструктурованих та неоднорідних даних, що описують ситуацію, а також моделювання ситуацій як наслідків прийнятих рішень (рис.2.2).

Комплексне застосування методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data для управління ризиками проєктів на відміну від [1 – 4] має ряд наступних переваг:

- обґрунтоване скорочення часу на вироблення і прийняття керуючих рішень за рахунок запропонованого індексу досяжності цілей проєкту;
- застосування принципово нових методів та підходів, в тому числі інтелектуальних, до управління ризиками, що впливають на результати та враховують унікальність умов конкретних задач прийняття рішень;
- застосування нових методів аналізу, зберігання та надання інформації якісного характеру, на основі якої виробляються рішення;
- застосування принципово нових моделей прийняття рішень сприяє формуванню оптимального інформаційного образу їх наслідків;
- розробка нових інформаційних технологій, в тому числі інтелектуальних, що дають змогу вирішення задач ідентифікації, прогнозування, оптимізації та управління ризиками проєктів.

Експертні методи забезпечують отримання інформації в ситуаціях, коли маємо інформацію якісного характеру і застосування інших методів неможливо. Правильність вибору аналізованої інформації відіграє вирішальну роль в оцінці ситуації. Однак застосування експертних методів залежить від компетентності експертів та способів експертного опитування. Невизначеність, що виникає при оцінці ситуації і виборі стратегій досягнення цілі, змушує використовувати суб'єктивні оцінки в аналізі ситуацій і варіантах вибору стратегій, що засновані на його знаннях, досвіді та інтересах. Тому важливим є досвід та кваліфікація експерта, що є обмеженням даного комплексного методу. Вдосконалення процедури підбору експертів та проведення експертного опитування складає розвиток даного дослідження. Застосування статистичних методів, як альтернативи експертним методам, забезпечить отримання експериментальних даних, однак не надасть можливості врахування інформації якісного характеру. При дослідженні за основу був взятий простий академічний приклад проєкту в галузі інформаційних технологій, що забезпечило можливість конкретно



проілюструвати запропоновану процедуру ситуаційного управління ризиками проєктів, що можливо є недоліком даного дослідження. Комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі технології Big Data забезпечує оперативне прийняття управлінських рішень в ризикових ситуаціях в проєктах, що реалізуються в кризових умовах..

### **3.2. Метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу**

Інноваційні процеси відіграють важливу роль в розвитку будь-якої галузі, зокрема галузі інформаційних технологій. Проєкти, що реалізуються ІТ компаніями в сучасних умовах базуються на застосуванні гнучких методологій управління, серед яких Scrum. Тому в новій концепції управління проєктом питання управління ризиками заслуговує особливої уваги, що є об'єктом даного дослідження.

Рішення про кардинальні зміни в проєкті, що викликані змінами в зовнішньому середовищі і всередині проєкту, в даний час називають стратегічними рішеннями. Сутність переходу від оперативного управління до стратегічного полягає в перенесенні центру уваги менеджменту проєкту на складне зовнішнє середовище для того, щоб відповідним чином і вчасно реагувати на зміни, що відбуваються в ньому. Тому, комбіноване поєднання когнітивного підходу та методу колективної багатоваріантної експертизи дасть можливість оперативного управління ризиками в стратегічній перспективі для проєктів, що реалізуються в умовах Scrum. Це є основною гіпотезою даного дослідження.

Основним критерієм оцінки прийнятих рішень в ході управління ризиками проєктів в умовах Scrum є ефективність проєкту. Тому необхідно враховувати наступні прийняті в дослідженні припущення:

- різко посилюються негативні наслідки помилок у виборі стратегії і її реалізації, що впливає на ефективність проєкту;
- не спрацьовують рутинні, звичні процедури і схеми;

– зростаюча складність і мінливість процесів розробки.

Управління ризиками є актуальним, зважаючи на фактори нестабільності зовнішнього оточення, внутрішнього стану, посилення чинників невизначеності та прискорення всіх бізнес-процесів, що вимагають швидкої реакції. При традиційній логіці ризики розглядалися як неминуче лихо, яке повинно бути передбачено або приховано. Керівник проєкту намагається боротися з ризиками за допомогою детального планування, регулювання і точного виконання плану. При новому підході до управління проєктами ризики відкрито визнаються як частина реального світу і розглядаються як найбільш важлива частина управління і планування.

Однією з проблем при спробі формального моделювання процесу управління ризиками є дослідження причинно-наслідкових зв'язків між умовами та причинами настання ризикових подій та заходами зниження рівня ризику, а також можливостями уникнення ризику. При цьому швидкість і адекватність прийняття рішень, а також їх реалізація в проєкті повинна відповідати швидкості і глибині змін, що відбуваються в реаліях оточуючого середовища.

Застосування когнітивного підходу, як одного з методів дослідження, забезпечує можливості формалізованого опису й створення сценаріїв управління ризиками, при цьому не абсолютизуючи як формалізовані, так і неформалізовані процедури пошуку ефективних рішень. Управління ризиками є слабко формалізованою предметною областю, тому когнітивний підхід [5] дослідження має ряд переваг. Серед основних варто виділити можливості генерації та аналізу можливих сценаріїв розвитку ситуації в часі, а також формування можливих альтернатив управлінських рішень.

При аналізі та вдосконаленні процесів управління ризиками проєктів в умовах Scrum часто виникають нестандартні проблеми, що не мають готових рішень. У таких випадках доводиться опиратися на думки фахівців, що мають великий досвід і добре знайомі з тими чи іншими аспектами даної проблеми, тобто експертів, та застосовувати експертні методи.

Зазвичай, класичні методи експертизи, в яких думки експертів вважаються

«об'єктивними», пропонують набір готових варіантів. При цьому, задані чіткі (кількісні або рангові) критерії оцінки, а також для обробки експертних оцінок використовуються найпростіші статистичні процедури. У даному випадку такі методи неприйнятні. Застосуванні експертних методів в даному дослідженні є в деякій мірі прийнятими спрощеннями. Однак в даному випадку з врахуванням наявності інформації якісного характеру доцільним є застосування саме експертних методів. Зокрема, варто виділити метод колективної багатоваріантної експертизи, що характеризується всебічною та аргументованою оцінкою експертних висновків із зазначенням усіх переваг і недоліків. Крім того застосування даного експертного методу нейтралізує негативний вплив людського фактору, що є суттєвим для проєктів, які реалізуються в умовах застосування Scrum. Враховуючи факт, що розподіл ролей в проєкті згідно Scrum можуть бути різним, а експертами є безпосередньо члени проєктної команди, вплив людського фактору має бути мінімізований в процесі прийняття адекватних управлінських рішень. Можна з упевненістю сказати, що на сьогоднішній день однією з основних проблем, що виникають при спробі формального моделювання людського фактора, є розробка адекватних моделей прийняття рішень.

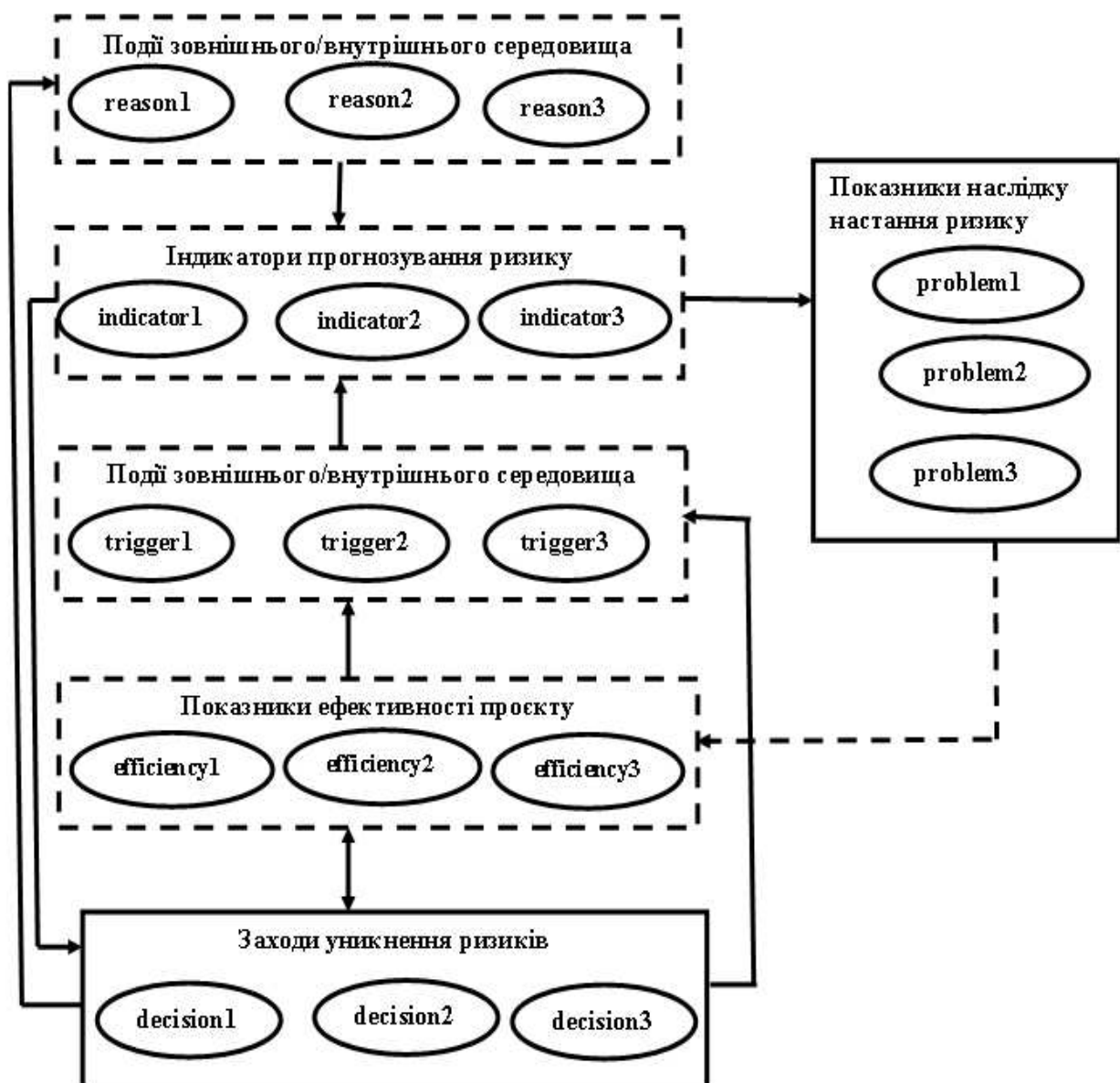
Одна зі складових процесу прийняття рішень в ризикових умовах є вміння досить швидко ухвалити необхідні для проєкту заходи за різкої і несподіваної зміни ситуації. Ці зміни можуть носити такий характер, що суто оперативними впливами в ході реалізації прийнятих рішень, протистояти неможливо. Необхідні рішення, що кардинально вносять зміни в проєкт. Для прийняття подібних рішень необхідно, щоб:

- система моніторингу та аналізу результатів проєкту своєчасно попереджала менеджмент проєкту про виникаючі зміни або несподівані різкі зміни ситуації, які можуть вимагати кардинальних заходів в ході реалізації проєкту;

- менеджмент проєкту мав змогу вчасно провести прогнозований аналіз, зрозуміти характер загроз, що можуть виникнути, і на підставі його результатів

згенерувати можливі заходи протидії, оцінити їх, проранжувати, вибрати найбільш ефективні і реалізувати їх.

Процедуру управління ризиками проєктів в умовах Scrum продемонструємо за допомогою наступної узагальненої структури моніторингу та контролю ризиків (рис. 3.2). В якості основних елементів даної структури розглядаються різні фактори, що впливають на ефективність проєкту, згідно побудованої узагальненої нечіткої когнітивної карти управління ризиками проєктів в умовах Scrum.



**Рисунок 3.2 – Узагальнена структура моніторингу та контролю ризиків проєктів в умовах Scrum**

Під елементами зовнішнього середовища (факторами зовнішнього середовища), що є джерелом ризику для проєктів в умовах Scrum, будемо розуміти конкурентів, споживачів, постачальників, ринкові умови, дії місцевих і центральних органів влади і т. д. Під елементами внутрішнього середовища (факторами внутрішнього середовища) можуть виступати нештатні, критичні, кризові ситуації, що призводять до втрат різного виду ресурсів. До індикаторів ризику можна віднести індикатори, що показують наявність та рівень ризику для ефективної реалізації проєкту. Прикладами індикаторів ризику для проєктів в умовах Scrum є зменшення частки ринку, ступінь активності конкурентів в області інноваційної діяльності і т.д. Показниками, що характеризують наслідки ризику для проєктів в умовах Scrum, є такі показники ефективності як зниження рівня конкурентоспроможності, зниження рентабельності, зниження курсової вартості акцій, збитки від інвестиційної та інноваційної діяльності і т. д.

До заходів запобігання або зниження рівня ризиків різних типів відносяться заходи з ухилення від ризику; локалізації ризику; дисипації (розподілення) ризику та компенсації ризику [6]. В разі врахування часового фактору зазначені заходи входять в склад груп профілактичних заходів; заходів, що реалізовані у випадку виникнення ризику; заходів резервного плану. Останні застосовуються в ситуаціях, коли заходи основного плану не чинять необхідного впливу на рівень ризику і ступінь його негативного впливу на проєкт.

Для побудованих нечітких когнітивних карт визначають ступінь комплексного (у тому числі опосередкованого) впливу заходів на індикатори прогнозування ризиків. Далі вибирають ті заходи, які з найменшими витратами забезпечують найбільший вплив на рівень ризику і його можливі наслідки. На етапі моніторингу ризикових ситуацій проводиться оцінювання ймовірності настання ризику та обчислюється на основі дослідження (2.3)–(2.11) , що визначає відповідність можливості ризику протиризиковим заходам. Для кожного інтервалу значень ризику, які можуть, наприклад, відповідати, допустимому, прийнятному і неприйнятному рівню ризику, вибираються ефективні основні та резервні заходи, які мають найбільший вплив на

ймовірність настання ризику. При реалізації проєкту значення всіх концептів побудованої нечіткої когнітивної карти змінюються, що призводить до зміни значень індикаторів ризику. При цьому отримання значень даних в заздалегідь заданих інтервалах визначає доцільність реалізації відповідних заходів щодо зниження рівня ризику або його можливих негативних наслідків.

В основі запропонованого методу управління ризиками розроблена модель управління ризиками проєктів, що реалізується в умовах Scrum, у вигляді нечіткої когнітивної карти (рис. 2.3). Дана модель відрізняється наявністю вузлів – концептів, що відображають джерела виникнення ризикових ситуацій у зовнішньому і внутрішньому середовищі проєкту, а також вузлів, що відображають заходи з управління ризиками. В ході попереднього дослідження задач управління ризиками проєктів авторами були використані графоаналітичні моделі [7], мережі Баєса [8]. Однак дані інструменти моделювання є занадто громіздкими. Тому у випадку, коли необхідно представити задачу у вигляді динамічної структурної моделі, що складається з множини різнорідних об'єктів, доцільним є використання нечітких когнітивних карт. В такій постановці представлена наукова задача розглянута вперше.

Зазначений підхід до побудови моделей управління ризиками проєктів в умовах Scrum доцільно застосовувати в умовах відсутності статистичної інформації. Також даний підхід, на відміну від [9–16], актуальний у випадку неможливості представлення характеристик ризику за допомогою метричних шкал, що знижує ефективність або робить неможливим використання статистичних методів аналізу ризику. Водночас побудова нечіткої когнітивної карти і в разі можливості використання статистичного оцінювання ризику дозволяє наочно зобразити всі елементи ризикової ситуації і зв'язки між ними. Це сприятиме розумінню внутрішніх і зовнішніх процесів проєкту, які впливають на ризики різних типів, і, відповідно, підвищенню обґрунтованості рішень з управління ризиками.

Специфіка когнітивного моделювання полягає в тому, що формальні математичні методи аналізу застосовуються до моделей, що описують

суб'єктивне бачення ситуації. На кожному етапі формування моделі доводиться приймати рішення, від сукупності яких, зрештою, залежить адекватність побудованої моделі. Адекватність остаточно з'ясовується лише у процесі реальної роботи з моделлю. Звідси, зокрема, впливає, що інформаційні технології підтримки прийняття рішень, на основі когнітивного підходу, повинні бути максимально відкритими для модифікацій. Втім, слід зазначити, що сам процес побудови моделі виявляється дуже корисним для аналітиків проблеми ще на початок розрахунків, оскільки він змушує структурувати проблемну область. При формальному виділенні факторів та зв'язків між ними неминуче виявляються раніше невраховані аспекти ситуації, зв'язку, що здавались несуттєвими, і формується система понять, у термінах якої навіть неформальне обговорення проблеми стає більш чітким та обґрунтованим, що відрізняє дане дослідження від [17-21].

Головною перевагою запропонованого апарату когнітивних карт є можливість систематичного якісного (тобто не кількісного) врахування віддалених наслідків прийнятих рішень. Також даний підхід сприяє виявленню побічних ефектів, які можуть перешкодити реалізації, здавалося б, очевидних рішень. Крім того це стосується рішень, які важко оцінити інтуїтивно за великої кількості факторів та різноманіття численних шляхів взаємодії між ними. У той же час слід побоюватися завищених очікувань при використанні цього апарату навіть у випадку, коли збудована модель визнана адекватною. Результати аналізу (2.3)–(2.11), які, як правило, формулюються в термінах лінгвістичних шкал, досить грубі через грубість самих шкал. Вони здатні відображати основні тенденції впливів, але можуть виявитися ненадійними, наприклад, при приблизному рівні позитивних і негативних впливів. Втім, індикатором такої ненадійності служать малі значення обчислюваних консонансів, що є недоліком даного методу.

При дослідженні за основу був взятий простий академічний приклад проекту в галузі інформаційних технологій в умовах Scrum, що забезпечило можливість наглядно представити фактори та зв'язки між ними, що є

обмеженням даного дослідження. Детальний алгоритм методу управління ризиками на основі нечітких когнітивних карт наведено в Додатку В.

Запропонований метод управління ризиками на основі нечітких когнітивних карт, математичного моделювання та експертних методів на відміну від [1–4] має ряд переваг. Перш за все даний метод дає можливість виявлення джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищах проєктів в умовах Scrum. Крім того сприяє оцінюванню ступеню впливу факторів на показники ефективності проєкту, а також визначення заходів уникнення ризиків. Даний метод застосовується в ході розробки альтернативних рішень досягнення цілей проєкту, що дозволяє здійснити вибір найбільш ефективного стратегічного рішення проєкту згідно врахованих ризиків. Результатом застосування даного методу є підвищення ефективності проєктів за рахунок уникнення перевитрати ресурсів та втрат в проєкті на 5–8 %. Даний метод сприяє адаптації до умов зовнішнього оточення, а також оперативного та адекватного реагування в кризових обставинах з мінімізацією впливу людського фактору.

### **3.3. Концепція розробки інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum**

Інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum спрямована на підтримку прийняття правильних та точних оперативних і стратегічних рішень, що впливають на вироблення стратегії майбутнього. Використання методів інтелектуального управління надасть можливості підвищення ефективності управління ризиками та об'єднання функцій для створення гнучких систем управління, які дозволяють оперативно здійснювати ідентифікацію та оцінку ризиків, вироблення протиризикових заходів, а також планувати стратегічну діяльність з врахуванням ризиків. Ці методи передбачають застосування сучасних технологій для отримання та аналізу необхідних знань про проєкт, вплив факторів зовнішнього середовища та ситуації в ході реалізації проєкту з можливістю прогнозування результатів та



покращення показників якості управління впродовж Sprint, зокрема для проєктів, що застосовують Scrum [22].

Відповідно запропоновано концепцію розробки ІТ управління ризиками проєктів, що реалізуються в галузі інформаційних технологій в умовах застосування Scrum [23]. Дана концепція розробки ІТ управління ризиками проєктів представлена на основі комплексного, ітераційного та когнітивного підходів, що забезпечить управління ризиками в поточній та стратегічній діяльності з врахуванням умов застосування Scrum.

Використання концепції розробки ІТ управління ризиками проєктів трансформується в ефективні методи, що дозволяє прогнозувати та оцінювати можливі ризики, оптимізувати ресурси та вчасно реагувати на зміни в умовах реалізації проєкту. Такий підхід сприяє досягненню кращих результатів і підвищенню якості управління проєктами на тривалих інтервалах часу.

ІТ управління ризиками проєктів є засобом прийняття ефективних рішень в процесі управління ризиками проєктів в умовах Scrum, коли маємо незначний обсяг необхідної інформації або її повна відсутність, а також коли маємо ймовірності настання тих чи інших подій, що можуть вплинути на ефективність реалізації проєкту. Система підтримки прийняття рішень, що є складовою даної ІТ, включає інтеграцію із зовнішніми джерелами, моделювання та пошук рішення, а також ідентифікацію та оцінку ризиків, генерацію рішення та його прийняття. Інформаційна технологія управління ризиками становить в цілому комплекс програмно-технічних засобів, організаційних систем, інструментів аналізу даних, платформ для спільної роботи, баз даних та знань, який забезпечує організацію взаємодії інформаційних потоків, функціонування та розвиток засобів інформаційної взаємодії та інформаційного простору та спрямованих на поліпшення ефективності, комунікації та аналізу у проєкті.

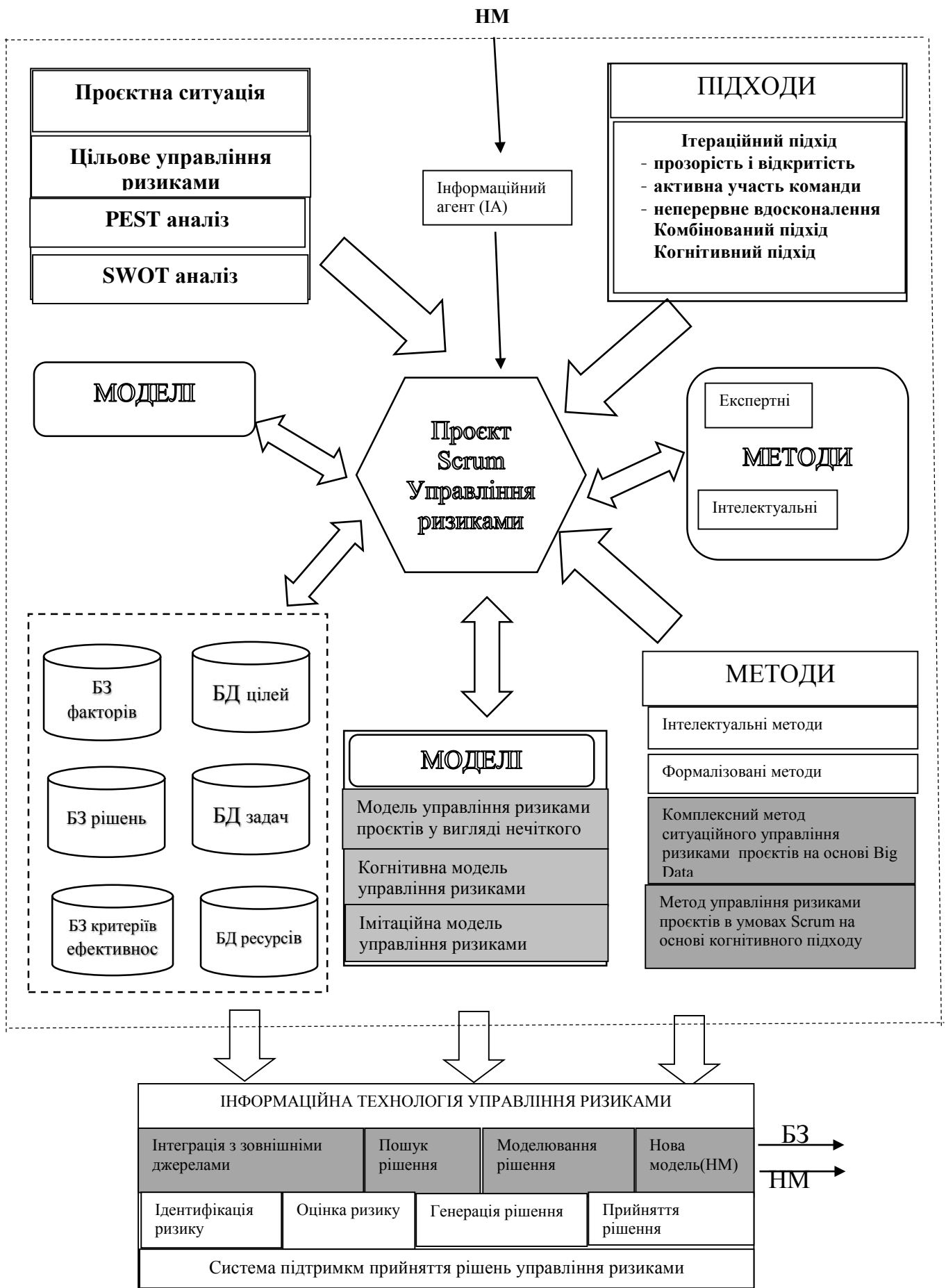
Інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum у процесі здійснення інформаційної діяльності із задоволення інформаційних потреб споживача підпорядкована основному завданню — отриманню і доведенню до споживача інформаційного продукту через складний

технологічний процес науково-інформаційної діяльності. Тому, інформаційний пошук, надання змістовної інформації виконується завдяки певним технологіям, складність яких обумовлена обсягами і рівнем інформаційної діяльності.

Управління ризиками проєктів в умовах застосування Scrum є однією зі складових управління проєктом та забезпечує можливість аналізу ризикових подій з подальшою організацією заходів, які дозволяють ліквідувати або мінімізувати ризик. Управлінням ризиками проєктів включає сукупність методів та видів діяльності оперативного характеру, що забезпечує контроль ризику, оптимізацію ступеня ризику, тобто максимально можливе зниження обсягів та ймовірності можливих збитків, розробку заходів уникнення чи зниження ступіню ризику, прийняття оперативних рішень і їх реалізацію на всіх етапах життєвого циклу проєкту з врахуванням особливостей Scrum.

Ефективність управління ризиками проєктів в умовах Scrum базується на застосуванні принципів та стандартів управління та залежить від багатьох факторів. Серед них особливо необхідно відмітити цільове управління ризиками, вплив факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, швидке і безперервне зростання обсягу інформації, розвиток технологій, зростання продуктивності розробників, вдосконалення соціально-економічних відносин та підвищення ефективності.

Цілісність концепції розробки IT управління ризиками проєктів в умовах Scrum (рис. 3.3) забезпечують функціонально узгоджені та взаємопов'язані складові: проєкт, Scrum, управління ризиками; проєктна ситуація, цільове управління проєктами, PEST аналіз, SWOT аналіз; комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі Big Data; метод управління ризиками на основі когнітивного підходу; модель управління ризиками проєктів у вигляді нечіткого ситуаційного графу; когнітивна модель управління ризиками; імітаційна модель управління ризиками; ітераційна процедура управління проєктом; ідентифікація ризиків – оцінка – прийняття рішення, які комплексно спрямовані на підвищення ефективності управління проєктом в умовах Scrum.



**Рисунок 3. 3 –Концепція розробки ІТ управління ризиками в умовах Scrum**

Концепція розробки ІТ управління ризиками проєктів в умовах Scrum має єдину структуру, що забезпечить вирішення задач пошуку, збору, аналізу, зберігання, передавання інформації з врахуванням задач стратегічного та оперативного управління ризиками: проєкт, проєктна ситуація, цільове управління ризиками та PEST, SWOT аналізи; підходи до створення ІТ; структуру ІТ даних та знань - пошук, відбір, обробка, зберігання інформації; структура ІТ нижнього рівня - ідентифікація, оцінка ризику, генерація та прийняття управлінського рішення. Система підтримки прийняття рішень (СППР) здійснює ідентифікацію результатів прийнятого рішення та оцінку ефективності згідно критерію управління. Якщо ефективність неприйнятна, то СППР пропонує нове рішення.

Основою запропонованої концепції розробки ІТ управління ризиками проєктів в умовах Scrum є гнучкість, адаптивність і прозорість управління ризиками. Scrum, як фреймворк для гнучкої розробки програмного забезпечення, забезпечує можливість швидко реагувати на зміни та невизначеність завдяки коротким ітераціям (спринтам) і частому зворотному зв'язку з замовником. Запропоновані моделі управління ризиками проєктів в умовах Scrum дозволяють описати як організаційні процеси, так і технологічні процеси, що реалізуються і розвиваються у часі під впливом внутрішніх і зовнішніх змін. Наведено підходи та методи, що є в основі запропонованих методів та молей управління ризиками проєктів в умовах Scrum. При цьому реалізація процесів враховує взаємозв'язок з навколишнім ринковим середовищем і спрямована на досягнення основних цілей проєкту в рамках обраної стратегії розвитку. Це досягається завдяки гнучким підходам до планування, швидкому реагуванню на зміни ринку та орієнтації на цінність для замовника.

Концепція розробки ІТ управління ризиками проєктів в умовах Scrum надає універсальний підхід, що дозволяє ефективно приймати рішення в умовах невизначеності та за наявності неповної або неточної інформації. Завдяки структурованим процедурам Scrum можна впорядкувати управління ризиками та максимально знизити їх вплив на проєкт. Основою цієї концепції є комплексна

процедура управління ризиками, що включає повний цикл процесу, а також забезпечує можливість вироблення превентивного рішення. Завдяки ітеративному підходу команда може вносити зміни в процес управління ризиками, базуючись на результатах попередніх спринтів, що забезпечує гнучкість і адаптивність до нових умов. Таким чином, концепція управління ризиками в умовах Scrum дозволяє не лише знижувати вплив невизначеності, але й розробляти рішення в ситуаціях, коли інформація може бути неповною або неточною. Це досягається завдяки чітко структурованій та інтегрованій процедурі, що охоплює всі аспекти проєкту та забезпечує ефективне управління ризиками.

Використання в даній концепції ІТ нечітких баз знань (БЗ) є потужним інструментом для моделювання складних багатовимірних залежностей, особливо у випадках, коли класичні методи аналітичного моделювання не дають задовільних результатів через неповноту або невизначеність даних. Завдяки нечіткій логіці можна ефективно обробляти якісні оцінки, нечітко визначені параметри та експертні знання, що значно розширює можливості прийняття рішень в даній системі. Такий підхід дозволяє формалізувати причинно-наслідкові зв'язки між змінними типу "вхід-вихід", що забезпечує можливості опису складних залежностей між різними факторами в проєктах за умови неповної або нечіткої інформації. Застосування нечітких множин і нечіткої логіки дозволяє створювати бази знань, у яких залежності між змінними формалізуються за допомогою правил типу "якщо-то" (IF-THEN). Це забезпечує можливість моделювання даної системи, коли немає чітко визначених математичних залежностей, але є експертні знання та емпіричні дані.

Система нечітких висновків (Fuzzy Inference System, FIS) реалізується на основі алгоритму, який складається з етапів:

- фазифікації (Fuzzification), тобто перетворення чітких (числових) вхідних даних у нечіткі змінні за допомогою функцій належності. Це дозволяє описати вхідні параметри в термінах лінгвістичних змінних;

- застосування правил (Rule Evaluation), тобто використання бази правил нечіткої логіки у формі "якщо-то" (IF-THEN);
  - агрегація результатів (Aggregation), тобто комбінування результатів усіх застосованих правил, щоб отримати єдину нечітку відповідь;
  - дефазифікація (Defuzzification), тобто перетворення нечіткої відповіді в конкретне (чітке) числове значення, яке можна використати у даній системі. Наприклад, на основі агрегованих висновків система може визначити точну інтенсивність поливу в процентах.

Нечіткі бази знань особливо ефективні у випадках, коли немає точних математичних моделей для опису залежностей між змінними, або ж такі моделі надто складні для застосування. Вони дозволяють експертам формалізувати свій досвід і знання у вигляді правил, що знижує невизначеність при прийнятті рішень. Нечіткі моделі легко адаптуються до змін умов і можуть бути розширені новими правилами чи знаннями. Це забезпечує гнучкість у ситуаціях, коли дані або вимоги можуть змінюватися в процесі розробки.

В ході розробки ІТ управління ризиками проєктів в умовах Scrum застосовано нечіткі бази знань для прогнозування результатів проєкту на основі таких факторів, як: рівень компетентності команди, ресурси, ступінь складності завдань, фактори зовнішнього та внутрішнього середовища, потенційні ризики і їх ймовірність. Встановлення нечітких правил дозволяє побудувати модель, яка буде враховувати ці параметри для прийняття обґрунтованих рішень у складних умовах. Нечітка база знань є сукупністю правил типу "Якщо <входи> – то <вихід>", які формалізують досвід експерта і його розуміння причинно-наслідкових зв'язків процесу управління ризиками, що моделюється. Цей підхід дозволяє враховувати суб'єктивні та розмиті характеристики, які часто зустрічаються в реальних системах, що робить його дуже корисним для складних задач прийняття рішень.

### 3.4. Висновки до розділу 3

1. Розроблено комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі комбінованого застосування методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data. Результатом застосування даного методу є дотримання часових обмежень, зменшення перевитрати ресурсів та втрат в проєкті, а також адаптації до швидко змінюваних обставин та адекватного реагування.

2. Розроблено метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу шляхом комбінованого застосування когнітивного аналізу, математичного моделювання та експертних методів. Результатом застосування даного методу управління ризиками проєктів в умовах Scrum є підвищення ефективності проєктів за рахунок мінімізації впливу людського фактору.

3. Обґрунтовано концепцію розробки інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum, що комплексно характеризує підходи до прийняття рішення в ризиковій ситуації, є основою розроблення методів та моделей управління ризиками проєктів в умовах Scrum, а також демонструє інноваційність підходу, враховуючи специфіку Scrum та особливості ризик-менеджменту.

#### Список використаних джерел до розділу 3

1. Rana Yousef, Walaa Qutechate Green Risk Management: Integrating Sustainability into IT Project Management. *International Journal of Advances in Soft Computing and its Applications*. 2024. 16(3):47-66.

2. Augustine Chukwujekwu Odubuasi, Obi Virginia AnulikaOsuagwu, Blessing Oby Effect of Risk Management Committee and Enterprise Risk Management on Performance of Banks in Nigeria. *JETMASE*, 2021. Vol 3(1): 222 –233.

3. Liubov O. PetykYuliia S. Baskova The Problems of Financial Risks Management in the Risk Management. *System and the Methods for Solving Business Inform*, 2022. 10(537):181-186.

4. Yue (Bright) HongMichael LyHui LinRPA Risk Management: Points to Consider *Journal of Emerging Technologies in Accounting* 2022. DOI: 10.2308/JETA-2022-004.

5. Taber W. R. Fuzzy Cognitive Maps Model Social Systems. *Artificial Intelligence Expert*, 1994. 9. 18-23.

6. Olga Fedyk, Serhiy Fedyk Project Risk Management: modern trends and effective practices. *Visegrad Journal on Human Rights*, 2023. 6, 45-50.

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

8. T. Prokopenko, O. Grigor DEVELOPMENT OF THE COMPREHENSIVE METHOD TO MANAGE RISKS IN PROJECTS RELATED TO INFORMATION TECHNOLOGIES. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Volume 2. No 3 (92). P.37 -43.

9. Practice Standard for Project Risk Management. USA: PMI, 2019. 116 p.

10. Krishna Kumar Verma, A. Ospanova Risk Management. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*, 2022.11(12):14315 pp.14315-14320

11. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (5th ed.). Project Management Institute. 2013. 589 p. ISBN 978-1-935589-67-9.

12. Benov, Dobriyan M. The Manhattan Project, the first electronic computer and the Monte Carlo method. *Monte Carlo Methods and Applications*. 2016. 22 (1): 73–79. doi:10.1515/mcma-2016-0102

13. Freedman, David A. Statistical Models: Theory and Practice (Second ed.). Cambridge University Press. 2009. 458 p. ISBN 978-0-521-67105-7.



14. Stulp, Freek, and Olivier Sigaud. Many Regression Algorithms, One Unified Model: A Review. *Neural Networks*, Sept. 2015. vol. 69, pp. 60–79. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2015.05.005>
15. Лега Ю.Г., Прокопенко Т.О., Данченко О.Б. Експертні процедури та методи прийняття рішень в інвестиційних проєктах. *Вісник ЧДТУ*. 2010. 2. С.69 – 73
16. Prokopenko, T., Lavdanska, O., Povolotskyi, Y., Obodovskyi, B., Tarasenko, Y. Devising An Integrated Method For Evaluating The Efficiency Of Scrum-Based Projects In The Field Of Information Technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021. 5(3-113), стр. 46–53.
17. Gundula Glowka, Richard Hule, Anita Zehrer Risk perception of SMEs: strategic risks, family-related risks, external risks. *Risk Management*, 2024. 26(4). 3-27 DOI: 10.1057/s41283-024-00148-2
18. Dirvi Surya Abbas, Tubagus Ismail, Muhamad Taqi, Helmi Yazid Determinants of enterprise risk management disclosures: Evidence from insurance industry. *Accounting*. 2021. 7(6):1331-1338 DOI: 10.5267/j.ac.2021.4.005
19. Pelle Lundquist Willumsen, Josef Oehmen, Hani Mike Rae Selim Project risk management in practice: the actuality of project risk management in organizations *International Journal of Managing Projects in Business*, 2024. DOI: 10.1108/IJMPB-09-2023-0214
20. Tak, A., & Sunil Chahal, S. C. Risk Management in Agile AI/ML Projects: Identifying and Mitigating Data and Model Risks. *Journal of Technology and Systems*, 2024. 6(3), 1–18. <https://doi.org/10.47941/jts.1824>
21. T. Prokopenko, O. Grigor DEVELOPMENT OF THE COMPREHENSIVE METHOD TO MANAGE RISKS IN PROJECTS RELATED TO INFORMATION TECHNOLOGIES. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Volume 2. No 3 (92). P.37 -43.
22. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст] монографія. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г. 2015. 224 с.

23. Прокопенко В.А. КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ 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.36.

## РОЗДІЛ 4

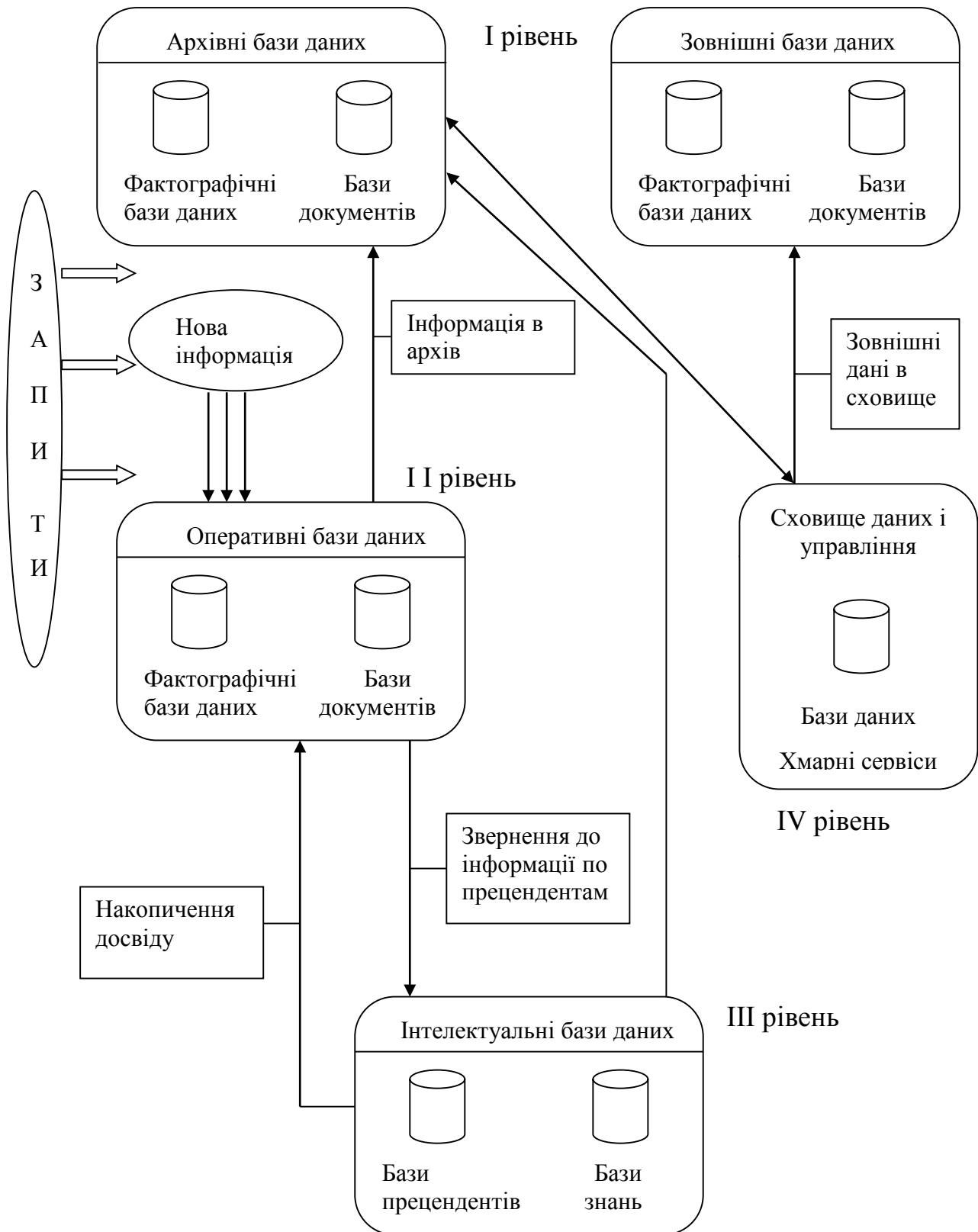
## ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

**4.1. Програмно-інформаційне забезпечення інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum**

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій питання забезпечення інформаційних потреб менеджменту проєктів стає все більш актуальним. Ефективне управління проєктами та організаціями вимагає швидкого доступу до точної та релевантної інформації, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення. З цієї причини сучасні інформаційні системи та технології розробляються таким чином, щоб максимально задовольнити потреби керівників в отриманні, обробці та аналізі даних. Ефективне управління проєктом вимагає швидкого реагування на зміни в зовнішньому оточенні проєкту та в проєкті. Інструменти для аналітики в реальному часі забезпечують моніторинг ключових показників ефективності в реальному часі, інформацію про поточний стан проєкту або бізнес-процесів, прийняття рішення на основі актуальних даних, що мінімізує ризики та підвищує оперативність управління.

Запропонована інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum включає систему підтримки прийняття рішень, що забезпечить можливості менеджменту проєкту аналізувати великі обсяги даних і приймати обґрунтовані рішення на основі використання аналітичних алгоритмів та моделей прогнозу можливих сценаріїв розвитку подій, інструментів для оптимізації ресурсів, оцінки ризиків та моделювання, а також інтеграції даних з різних джерел, що дозволяє отримувати комплексну картину ситуації.

Логіка корпоративного бізнесу вимагає створення єдиного інформаційного простору, що сприятиме управлінню ризиками в умовах Scrum, та представлено у вигляді узагальненої структури інформаційного середовища управління ризиками проєктів в умовах Scrum (рис.4.1).



**Рисунок 4.1 – Узагальнена структура інформаційного середовища управління ризиками в умовах Scrum**

ІТ управління ризиками проєктів в умовах Scrum має сприймати інформаційні потоки великого обсягу даних, зберігати їх, забезпечувати швидкий доступ до даних, їх обмін по всім каналам, обробляти по відповідним алгоритмам та представити менеджменту проєкту в зручному вигляді.

Структура охоплює архівні та зовнішні бази даних, що складають I–й рівень інформаційного простору; оперативні бази даних, що складають II–й рівень інформаційного простору; інтелектуальні бази даних, що складають III – й рівень, та сховище даних і управління, що створює IV – й рівень простору. Під базами даних тут розуміються уніфіковані сукупності даних управління ризиками в умовах Scrum, що спільно використовуються членами проєктної команди. Основною задачею баз даних є збереження всіх даних в одному місці таким способом, який завідомо виключає їх надмірність. З усіх моделей даних, що використовуються в базах даних (ієрархічних, мережових, реляційних), останні отримали найбільше поширення.

На інформаційний простір із зовнішнього середовища надходять запити, що визначають характер проходження та переробки інформаційних потоків та даних що викликаються з відповідних баз даних.

Основними компонентами окремих баз даних, які складають комплекс інформаційної технології управління ризиками проєкту є: компоненти інформаційного забезпечення (ІЗ) систем; технічні засоби збору та переробки інформації; компоненти програмного забезпечення (ПЗ) систем; організаційно – правове забезпечення функціонування інформаційно – технічного комплексу.

В основі побудови ІЗ є концепція інформаційного простору, рис 4.1. Тут представлені наступні бази даних (БД) [1]:

- фактографічні БД (структурована оперативна інформація про реалізацію задачі з врахуванням ризику (аналітична інформація про фактори ризику, поточні значення показників ефективності проєкту, інформація про події внутрішнього та зовнішнього середовищі, ймовірності та ступень впливу), архівна структурована інформація);

- звичайні БД (неструктурована інформація – текстові та графічні документи);
- оперативні БД (найбільш оперативна інформація).

Структура ІЗ: І-й рівень (нижній, локальні фактографічні бази даних); ІІ-й рівень (інтегровані фактографічні БД функціональних підсистем); ІІІ-й рівень (інтелектуальна інформація, що необхідна для прийняття рішень); ІV-й рівень (інформаційне сховище).

У відповідності до концепції ІТ управління ризиками проєкту умовах Scrum, основні типи даних, які використовуються в запропонованій інформаційній технології, включають наступні:

1. Дані про ризики:

- ідентифікатори ризиків (опис ризику, причини, потенційні наслідки);
- ймовірність настання кожного ризику;
- вплив ризику на проєкт (від незначного до критичного);
- статус ризику (активний, закритий, відкладений);
- мітки пріоритетності ризиків;

2. Дані про заходи з управління ризиками:

- стратегії та дії з пом'якшення ризиків (наприклад, уникнення, зменшення, передача, прийняття);
- відповідальні особи за управління конкретними ризиками;
- часові рамки для реалізації планів дій;
- оцінка ефективності вжитих заходів (наприклад, тестування, відгуки команди).

3. Дані про прогрес спринтів:

- оцінка виконання задач, пов'язаних із зменшенням ризиків;
- показники продуктивності команди (спалювання задач, швидкість виконання);
- дані про збої або інші проблеми, що виникають під час виконання спринтів.

#### 4. Дані зворотного зв'язку та ретроспектив:

- відгуки від команди і замовників про якість процесів управління ризиками;
- пропозиції щодо покращення управління ризиками;
- показники задоволення замовників, що можуть впливати на управління ризиками.

#### 5. Аналітичні дані:

- моделі прогнозування ризиків на основі попередніх даних;
- тенденції розвитку ризиків протягом реалізації проєкту;
- звіти про зміни рівня ризиків залежно від впроваджених заходів.

Ці типи даних є основою для систематичного управління ризиками в Scrum, що дозволяє команді ефективно реагувати на потенційні загрози і забезпечувати успішне виконання проєкту.

Інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum забезпечує можливість командам виявляти, оцінювати та керувати ризиками, що можуть вплинути на результат проєкту. Для проєктного менеджменту, що реалізуються зокрема в галузі інформаційних технологій на основі застосування Scrum, такий підхід має безперечні переваги, тому що:

- це дає змогу раннього виявлення та реагування на ризики. Технологія дозволяє ідентифікувати ризики на ранніх етапах проєкту завдяки постійному моніторингу, що дозволяє заздалегідь розробити стратегії для їх подолання;
- постійно моніторити ризики у реальному часі всім членам команди та зацікавленим сторонам, отримувати актуальну інформацію про можливі загрози та заходи реагування. Це підвищує прозорість процесу управління ризиками і знижує ймовірність несподіваних проблем;
- оперативно оцінювати ризики за критичністю, що допомагає команді фокусуватися на найважливіших завданнях та ризиках, які мають найбільший вплив на проєкт;

- оперативно реагувати на нові ризики завдяки автоматизованим повідомленням, оновленням статусів та інтеграції з іншими Scrum-інструментами. Це дозволяє гнучко адаптувати плани, щоб мінімізувати наслідки загроз.

Для проєктів, що реалізуються в умовах Scrum, важливим є забезпечити ефективність, прозорість та гнучкість управління. Завдяки точному оцінюванню ризиків і своєчасному реагуванню на них, команда може уникнути непотрібних витрат і ефективніше використовувати ресурси. Тому застосування інформаційної технології управління ризиками сприятиме уникненню перевитрат бюджету, пов'язаних із затримками чи виправленням критичних проблем. ІТ-системи можуть зберігати історичні дані про ризики, що дозволяє на основі досвіду минулих проєктів прогнозувати та моделювати ризики в поточних проєктах. Така аналітика значно підвищує точність прогнозів і дозволяє використовувати накопичені знання для кращого планування.

Запропонована інформаційна технологія управління ризиками інтегрується з комунікаційними платформами та іншими інструментами, що забезпечує обмін інформацією між членами команди. Це сприяє швидшому прийняттю рішень та активнішому залученню всієї команди до вирішення питань та проблем в ризикових ситуаціях. Технологія дозволяє аналізувати ризики, що виникли в минулих спринтах, і використовувати цей досвід для майбутніх покращень. На ретроспективах команда може обговорювати, які стратегії управління ризиками спрацювали краще, що сприяє постійному вдосконаленню. Завдяки надійному управлінню ризиками проєкт просувається з меншими затримками та непередбаченими проблемами, що сприяє своєчасному завершенню проєкту і задоволенню очікувань замовників.

В основі комплексу програмних засобів інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum «клієнт-серверна» архітектура [2]. Така архітектура дозволяє ефективно забезпечити обмін даними, моніторинг та управління ризиками, а також підвищує загальну надійність і масштабованість платформи. Сервер є основним сховищем даних, де зберігається інформація про



всі ризики, їхній статус, заходи управління, а також історичні дані. Це дозволяє мати централізований доступ до актуальної інформації для всіх користувачів системи. Клієнти (користувачі), будь то менеджери проєктів, розробники або інші зацікавлені особи, можуть підключатися до сервера з будь-яких пристроїв і отримувати доступ до необхідних даних, що особливо зручно для розподілених команд, які працюють віддалено.

Завдяки централізованій архітектурі можна ефективніше забезпечувати контроль доступу до даних, зокрема обмежувати доступ до конфіденційної інформації про ризики, а також налаштовувати рівні доступу для різних ролей у проєкті. Завдяки централізації обробка великих обсягів даних та операцій виконується на сервері, що знижує навантаження на клієнтські пристрої. Це особливо важливо для аналітичних розрахунків, моніторингу ризиків у реальному часі та обробки складних запитів. Всі оновлення, виправлення та поліпшення впроваджуються на серверній стороні, і автоматично стають доступними для всіх користувачів. Це знижує час і витрати на обслуговування, а також забезпечує зручність користування. Клієнт-серверна архітектура спрощує інтеграцію з іншими інструментами управління проєктами та ризиками (наприклад, Jira, Confluence, системами аналітики), що дозволяє ефективніше організувати процес управління проєктами та створити єдиний інформаційний простір для команди.

Принцип роботи в рамках застосування інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах клієнт-серверної архітектури через web-сервер передбачає наступний процес:

- введення та передача даних. Користувачі вводять дані про ризики, плани їхнього управління або прогрес у виконанні завдань через клієнтське інтерфейсне середовище (наприклад, веб-додаток або мобільний додаток). Введені дані через мережу Інтернет передаються на web -сервер, який відповідає за обробку запитів і зберігання інформації;

- обробка даних веб-сервером. На сервері відбувається основна обробка інформації: дані аналізуються, структуруються, обробляються за визначеними алгоритмами. Web-сервер виконує необхідні розрахунки, наприклад, оцінює

ризика за ступенем важливості, перевіряє наявність подібних ризиків у базі даних або оновлює статуси вже існуючих ризиків на основі нових даних;

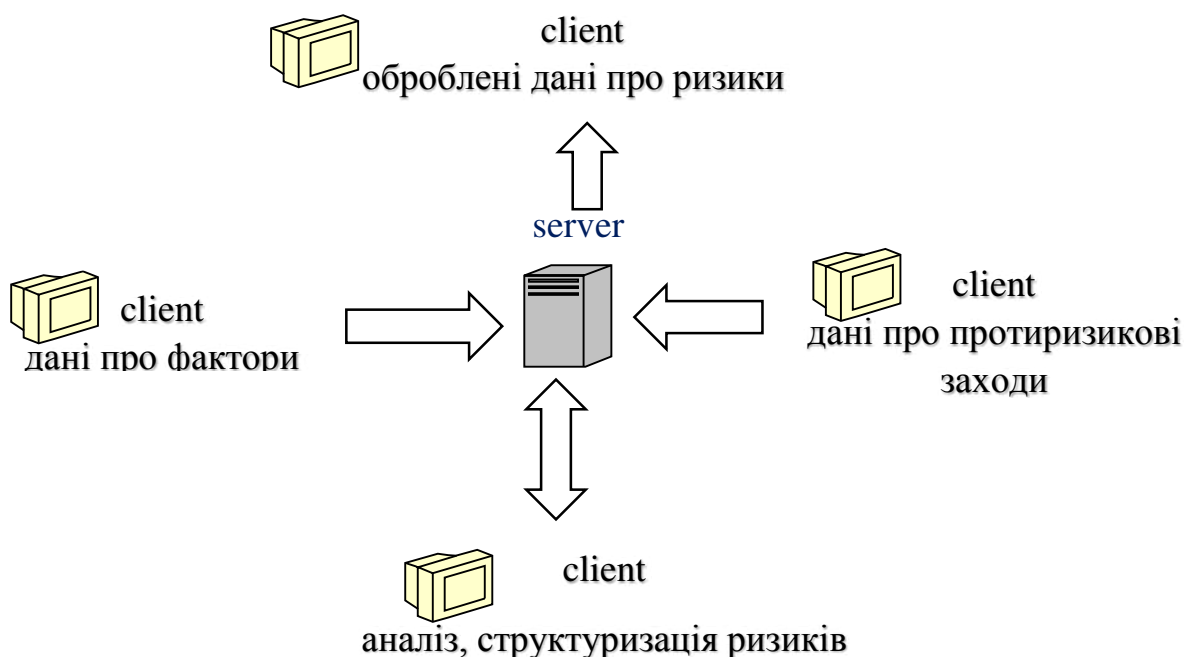
- зберігання даних та ідентифікація через Інтернет-адресу. Дані розташовуються у централізованій базі даних на сервері, що дозволяє користувачам отримати до них доступ за допомогою унікальних Інтернет-адрес (URL). Кожен ризик або інший об'єкт в системі ідентифікується певною URL-адресою або унікальним ідентифікатором. Це забезпечує простоту доступу та оновлення інформації, дозволяючи користувачам швидко отримувати актуальні дані про ризики проєкту;

- повернення оброблених даних клієнту. Після обробки даних веб-сервер відправляє відповідь на клієнтський пристрій. Оброблені дані можуть включати зведену інформацію про ризики, аналітичні звіти, оновлені статуси або рекомендації щодо управління ризиками. Інформація відображається у зручному інтерфейсі користувача, що дозволяє команді приймати оперативні рішення на основі актуальних даних;

- необхідність доступу до Інтернету. Для стабільної роботи системи потрібен доступ до мережі Інтернет, оскільки всі дані зберігаються та обробляються на веб-сервері. Користувачі повинні бути підключені до Інтернету для взаємодії із системою, що дозволяє їм оперативно вводити та отримувати дані незалежно від їхнього географічного розташування.

Така схема дозволяє забезпечити високий рівень доступності інформації, її оновлення в режимі реального часу, а також легкість у доступі для всіх учасників проєкту. Завдяки web-орієнтованій архітектурі, управління ризиками стає ефективнішим та адаптованим для команд, що працюють віддалено або в умовах розподіленої структури.

У рамках клієнт-серверної архітектури інформаційної технології управління ризиками проєктів робота розділяється на три ключові етапи: введення даних, обробка, передача оброблених даних, що схематично представлено на рис.4.2. Кожен з цих етапів виконує важливу функцію для забезпечення безперебійного управління ризиками проєкту.



**Рисунок 4.2 – Схема клієнт-серверної архітектури інформаційної технології управління ризиками проєктів**

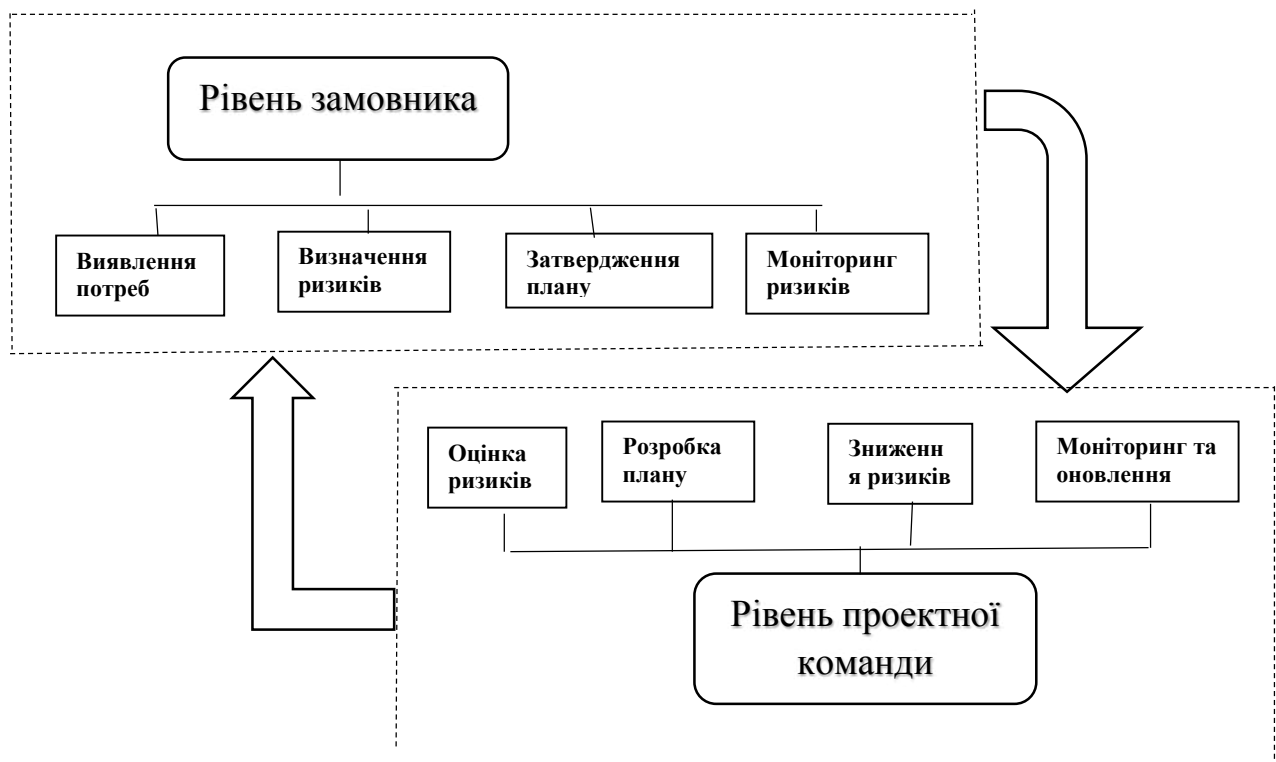
На етапі введення даних користувачі системи, такі як менеджери проєктів, розробники, аналітики або інші члени команди заповнюють інформацію про виявлені ризики, описуючи їхню природу, можливі наслідки, ймовірність настання та ступінь впливу на проєкт. Крім того, вказують заходи для управління ризиками, такі як плани реагування або призначають відповідальних осіб. Також оновлюють статуси ризиків, додають коментарі або відгуки, що допомагає постійно тримати інформацію актуальною. Цей етап є критичним для точності подальшої обробки, тому система зазвичай має зручний інтерфейс для введення та валідації даних, щоб зменшити можливі помилки.

Після введення інформація передається на сервер, де відбувається аналіз та структуризація ризиків. Система оцінює ймовірність і критичність кожного ризику, допомагаючи команді визначити пріоритети. Далі сервер обчислює необхідні метрики, такі як ризиковий профіль проєкту або ймовірність настання ризикових подій. Після чого здійснюється аналіз історичних даних. Використання попередніх даних дозволяє прогнозувати можливі ризики, а також виявляти шаблони й тенденції, що покращує планування ризиків. Виходячи з нових даних, сервер може автоматично змінювати статус ризиків або генерувати

регулярні звіти для команди. Обробка даних є серцевиною всієї системи, адже саме на цьому етапі формується інформація, необхідна для ухвалення рішень.

На заключному етапі оброблені дані передаються назад до клієнтського пристрою, що дозволяє команді проекту отримати оновлену інформацію, яку користувачі можуть переглядати статуси ризиків у режимі реального часу, з оновленими показниками та результатами аналізу. Також система надає зведення ризиків, звіти про критичні моменти та рекомендації для подальших дій. Це допомагає команді фокусуватися на найважливіших аспектах управління ризиками. Система може надсилати сповіщення про зміну статусу ризиків або наближення дедлайнів для виконання планів реагування. Таким чином, команда отримує вичерпну інформацію про ризики і може ухвалювати рішення на основі поточних та точних даних.

Інформаційна технологія управління ризиками проектів в рамках клієнт-серверної архітектури організована таким чином, що робота ведеться на двох основних рівнях: на рівні проектної команди та на рівні замовника(рис 4.3).



**Рисунок 4.3 – Схема управління ризиками в рамках клієнт-серверної архітектури.**

На рівні проєктної команди система забезпечує інструменти для щоденної роботи над управлінням ризиками, зокрема:

- виявлення та документування ризиків. Члени проєктної команди можуть додавати нові ризики, описувати їх, оцінювати ймовірність і вплив, а також вносити дані про причини та можливі наслідки ризиків для проєкту;

- пріоритизація ризиків. Система дозволяє оцінювати ризики та класифікувати їх за критичністю, допомагаючи команді фокусуватися на найбільш важливих загрозах;

- розробка та реалізація планів реагування. Команда може створювати конкретні плани дій для управління ризиками, призначати відповідальних осіб і встановлювати терміни виконання;

- моніторинг та оновлення ризиків у режимі реального часу. Учасники проєкту мають доступ до поточного статусу ризиків, що дозволяє своєчасно вносити зміни в стратегії управління ризиками;

- ретроспектива та аналіз ризиків. Після завершення спринтів або етапів проєкту команда аналізує, як були вирішені ризики, і розробляє рекомендації на основі отриманого досвіду.

Такий підхід дозволяє команді постійно контролювати ризики, своєчасно вносити зміни і приймати обґрунтовані рішення.

На рівні замовника система надає доступ до стратегічної інформації про управління ризиками, що підвищує прозорість та задоволення потреб замовника:

- огляд ризикового профілю проєкту. Замовник має доступ до загального огляду ризиків проєкту, включно з їх критичністю та статусом. Це дозволяє йому оцінювати загальний рівень ризику проєкту;
- отримання регулярних звітів. Система може автоматично генерувати звіти про стан ризиків і прогрес команди в їхньому управлінні. Замовник отримує інформацію про реалізацію заходів, спрямованих на мінімізацію ризиків;

- прозорість процесів управління ризиками. Замовник бачить, як команда працює з ризиками, що підвищує його довіру та знижує невизначеність щодо успішності проєкту;
- підтримка зв'язку з командою. Замовник може комунікувати з командою через систему, залишаючи коментарі чи пропозиції щодо ризиків, що сприяє активній співпраці;
- інтеграція у прийняття стратегічних рішень. Замовник може впливати на пріоритизацію ризиків або виділення ресурсів для зниження критичних загроз, що забезпечує більш адаптивний підхід до управління проєктом.

Завдяки розподілу на рівень проєктної команди та рівень замовника забезпечується можливість ефективного управління ризиками та зберігаються комплексні процеси і функціональні можливості для обох сторін. При цьому обидві сторони мають актуальну інформацію про ризики, що забезпечує прозорість роботи та посилює довіру між командою і замовником. Команда може оперативно реагувати на ризики, а замовник — підтримувати прийняття важливих рішень, коли потрібно. Регулярні звіти та прозорість роботи сприяють гармонійній комунікації та мінімізують ризики непорозумінь між командою і замовником. Цей підхід дозволяє забезпечити повноцінне управління ризиками, підвищує ефективність проєкту та допомагає задовольнити інтереси обох сторін.

Інформаційна технологія управління ризиками проєктів на основі застосування клієнт-серверної архітектури включає кілька ключових етапів, які забезпечують ефективне управління ризиками проєктів в умовах Scrum (рис.4.4). Цей процес складається зі збору та аналізу даних, формування ризикових ситуацій, прийняття рішень та візуалізації результатів. Розглянемо детально кожен з цих етапів:

1. Збір та аналіз даних передбачає можливості системи збору даних з різних джерел, таких як звіти команди, ретроспективи, поточні показники продуктивності та інші інформаційні джерела. Збирається інформація про потенційні ризики, їх можливі причини, наслідки, статуси та пріоритети. Після

збору система виконує аналіз даних, визначаючи ймовірність настання ризику та його вплив на проєкт. Використовуються методи аналізу минулих даних, кореляції та прогнозування, щоб побудувати ризиковий профіль проєкту. Результатом є розуміння ключових загроз та можливостей у проєкті.

## 2. Формування ризикових ситуацій включає:

- визначення ризикових ситуацій на основі зібраної інформації. Система виділяє конкретні ситуації, що становлять ризик для проєкту. Кожна ситуація містить опис ризику, його потенційний вплив, пріоритетність та ймовірність.
- класифікація ризиків. Ризики групуються за типами (фінансові, технічні, операційні) та за рівнем критичності, що дозволяє команді фокусуватися на найбільш важливих аспектах управління ризиками.
- формування плану дій для кожної ризикової ситуації для зменшення або усунення ризику. Визначаються відповідальні особи, необхідні ресурси та строки реалізації заходів.

3. Прийняття рішень (автоматичне або підтримуване знанням). Автоматичне прийняття рішень забезпечує можливості автоматично визначати найбільш ефективні кроки для управління ризиками на основі заздалегідь налаштованих алгоритмів. Це особливо корисно для типових ризиків, де заздалегідь відомі стратегії подолання. Для складних і нестандартних ризикових ситуацій система надає команді інформацію та рекомендації, базуючись на базі знань та історичних даних. Це допомагає керівникам проєктів ухвалювати обґрунтовані рішення з урахуванням специфічних обставин проєкту. На основі прийнятих рішень визначається стратегія управління ризиками (уникнення, зменшення, передача або прийняття ризику). Команда виконує або коригує план дій, щоб зменшити вплив ризиків на проєкт.

4. Візуалізація результатів сприяє відображенню ризикового профілю проєкту. Система візуалізує ризики у вигляді діаграм, графіків або таблиць, що відображають їх пріоритетність, статус і вплив на проєкт. Це дозволяє команді швидко зрозуміти загальну картину та виявити критичні моменти. Дашборди в

реальному часі забезпечують створення інтерактивних панелей з актуальними даними, що допомагає учасникам проєкту відстежувати стан ризиків, прогрес у їхньому управлінні та швидко реагувати на зміни. Звіти та аналіз тенденцій є документами, що містять інформацію про всі ризики та успіхи або невдачі заходів з їх подолання. Це сприяє постійному вдосконаленню підходів до управління ризиками на основі отриманого досвіду.

Перевагами такого підходу є забезпечення системою комплексного підходу до управління ризиками, що дає команді інструменти для проактивного виявлення загроз, гнучкого реагування на них і ухвалення обґрунтованих рішень. Це допомагає зменшити можливі затримки в проєкті, підвищити ефективність роботи команди та забезпечити задоволення потреб замовника.

Інструментальними засобами для розробки програмного забезпечення (ПЗ) інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum обрано наступні:

- хмарний сервіс **Figma** [3], оскільки даний інструментальний засіб характеризується можливостями командної роботи он-лайн та забезпечує доступ до макету прямо з вікна браузера і можливість спільної роботи над документами [4]. Сучасний хмарний інструмент дизайну інтерфейсів та співпраці дизайнерів став популярним завдяки своїй гнучкості, багатофункціональності та доступності. Усі проєкти зберігаються у хмарі, що дозволяє отримати доступ до них із будь-якого пристрою через веб-браузер. Крім того, даний інструментальний засіб зручний для команд із віддаленими співробітниками та характеризується спільною роботою в реальному часі. При цьому коментарі та обговорення доступні прямо в інтерфейсі. Також характеризується кросплатформеністю, що не потребує встановлення, працює на Windows, macOS, Linux та навіть на планшетах. Притаманний інтуїтивний інтерфейс з однаковою функціональністю на всіх пристроях. Доступний базовий функціонал для індивідуальних дизайнерів або невеликих команд, а також потужні функції дизайну та автоматичне збереження.



– **Visual Studio 2022 [5]**, який є основним інструментом для створення і налагодження програмного забезпечення. Це основне середовище, де виконувалася розробка функціоналу програми, а також інтеграція дизайну, створеного в Figma, у кінцевий продукт. Потужне інтегроване середовище розробки (IDE) від Microsoft надає інструменти для створення програмного забезпечення різної складності. Дана версія значно покращила продуктивність, забезпечила сучасні інструменти та підтримує передові технології. 64-розрядна архітектура дозволяє працювати з великими проєктами без обмежень пам'яті та сприяє швидшому запуску IDE і завантаженню проєктів. Інтерфейс є більш сучасним та адаптованим до високих роздільних здатностей (4K, 8K). Покращення в кольорових схемах та налаштуваннях робочого середовища сприяє розробці якісного інтерфейсу. Програмне забезпечення характеризується новими функціями для аналізу продуктивності коду та візуалізації даних у реальному часі, вдосконалений інструмент Hot Reload для оновлення додатків без перезавпуску. Вдосконалена підтримка C#, C++, Python, JavaScript, F#, Visual Basic та інших мов. Інтеграція сучасних фреймворків, таких як .NET 6, ASP.NET Core, MAUI (для кросплатформної розробки). Інтеграція з Git/GitHub дозволяє зручно управляти репозиторіями та версіями прямо з IDE. Функція Live Share для спільної роботи над кодом у реальному часі. Дане програмне забезпечення відрізняється наявністю покращеного IntelliCode з рекомендаціями на основі машинного навчання для написання більш ефективного коду. При цьому забезпечується підтримка кросплатформної розробки для Windows, macOS, Linux, Android та iOS, а також інструментів для створення додатків у хмарі (Azure) та роботи з контейнерами (Docker, Kubernetes). Важливим є можливість встановлення лише необхідних компонентів для оптимізації робочого процесу, а також широкий вибір розширень у Visual Studio Marketplace.

– Код програми було написано мовою **C# [6]**, яка забезпечила надійність, гнучкість та відповідність сучасним стандартам розробки програмного забезпечення.

– Для збереження та обробки даних використовувалася база даних **MySQL**, яка гарантує швидкість, масштабованість і надійність роботи з інформацією. Це дозволило реалізувати необхідний функціонал для роботи з даними в програмі. СУБД сервер MySQL [7] – 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;
- Так як програма розроблена з використанням бази даних, тому для її роботи використовувався локальний сервер **EasyPHP** [8], який надає зручний інтерфейс для керування базами даних. В рамках цього серверу було налаштовано **phpMyAdmin**[9], який є графічним інтерфейсом для управління базою даних **MySQL**. Крім того покращено конфігурацію MySQL та MariaDB для зменшення споживання пам'яті. Nginx перекомпільовано з бібліотекою OpenSSL 3.x. За замовчуванням увімкнено оптимізацію мережевих налаштувань під час встановлення. Активовано PHP 7.2 за замовчуванням під час встановлення. Оновлено всі компоненти до актуальних версій.

phpMyAdmin є популярним інструментом на основі веб-інтерфейсу для управління базами даних MySQL та MariaDB. Він дозволяє виконувати широкий спектр завдань, таких як адміністрування баз, таблиць, індексів, користувачів, і виконання SQL-запитів, без необхідності використовувати командний рядок. Основні можливості phpMyAdmin:

1. Створення, редагування та видалення баз.
2. Експорт і імпорт даних у форматах SQL, CSV, Excel тощо.
3. Створення, зміна та видалення таблиць.
4. Управління індексами, ключами, обмеженнями.
5. Додавання та редагування користувачів.
6. Налаштування привілеїв.

7. Виконання будь-яких SQL-запитів.
8. Збереження запитів для повторного використання.
9. Легке створення дамів баз даних.
10. Веб-інтерфейс доступний більш ніж на 80 мовах.
11. Налаштування та розширення:
12. Можливість налаштовувати теми, плагіни та конфігурацію відповідно до потреб.

Для створення ПЗ інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum обрано комплекс інструментів, які можуть взаємодіяти між собою, обробляти великі обсяги даних, надавати зручну візуалізацію та підтримувати автоматизацію процесів управління ризиками. Інтеграція цих інструментів забезпечує комплексний підхід до управління ризиками, що дозволяє команді ухвалювати обґрунтовані рішення та швидко реагувати на зміни.

#### **4.2. Науково-практичні результати експериментальних досліджень**

Експериментальні дослідження інформаційної технології управління ризиками спрямовані на перевірку ефективності та адаптивності методів і засобів, які використовуються для ідентифікації, оцінки, моніторингу та мінімізації ризиків. Такі дослідження мають теоретичний і практичний характер і допомагають розробляти нові рішення для автоматизації управління ризиками в різних сферах.

Для доведення адекватності розроблених моделей в ході проведення експериментальних досліджень застосовано різні статистичні методи в умовах реальних проєктів, що реалізуються ІТ компанією «АНДЕРСЕНЛАБ».

Адекватність моделей управління ризиками проєктів в умовах Scrum (2.1) – (2.11) доводиться шляхом встановлення якісного та кількісного впливу ризикових факторів  $F$  проєкту на показники ефективності  $E$  на основі методу багатфакторного регресивного аналізу [10]. Зв'язок між показниками

ефективності  $e_i$ ,  $i=1, \dots, k$  ІТ проєкту та ризиковими факторами опишемо на основі визначення ступеню впливу аргументів на функцію:

$$E = f(v_1, v_2, \dots, v_n), \quad (4.1)$$

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

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

$$E = A_0 v_1^{a_1} \cdot v_2^{a_2} \cdot \dots \cdot v_n^{a_n}, \quad (4.2)$$

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.

Для знаходження параметрів степеневої функції (постійного коефіцієнта  $A_0$  та показників степеня при аргументах  $a_i$ ) приведемо рівняння (4.2) до лінійного виду[11]:

$$\ln P = \ln A_0 + a_1 \ln v_1 + a_2 \ln v_2 + \dots + a_n \ln v_n \quad (4.3)$$

Виконаємо заміну:

$$\ln P = z \quad (4.4)$$

$$\ln A_0 = a_0$$

$$\ln v_1 = u_1$$

$$\ln v_2 = u_2$$

.....

$$\ln v_n = u_n$$

Тоді рівняння множинної регресії (4.2) має вигляд:

$$z = a_0 + a_1 u_1 + a_2 u_2 + \dots + a_n u_n \quad (4.5)$$

Логарифми чисельних значень всіх відібраних показників підлягають кореляційному аналізу з обчисленням наступних параметрів:

1. Визначаються середні значення функцій та факторів-аргументів:

$$\bar{z} = \frac{\sum z}{N}; \quad \bar{u}_i = \frac{\sum u_i}{N} \quad (4.6)$$

2. Середньоквадратичні відхилення:

$$\sigma_{u_i} = \sqrt{\frac{\sum (u_i - \bar{u}_i)^2}{N}} \quad (4.7)$$

3. Визначення парних коефіцієнтів кореляції між кожною функцією та кожним фактором-аргументом та між самими факторами-аргументами здійснюється за формулою:

$$r_{zu_i} = \frac{\sum_{j=1}^N (u_{ij} - \bar{u}_i)(z_j - \bar{z})}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (u_{ij} - \bar{u}_i)^2 \sum_{j=1}^N (z_j - \bar{z})^2}} \quad (4.8)$$

4. Розрахунок середньоквадратичної помилки коефіцієнта кореляції ( $\sigma^2$ ) та надійності коефіцієнтів парної кореляції ( $\mu$ ) здійснюємо відповідно за формулами:

$$\sigma^2 = \frac{1 - r^2}{\sqrt{N}}; \quad (4.9)$$

$$\mu = \frac{|r|\sqrt{N}}{1 - r^2} \quad (4.10)$$

Якщо коефіцієнт надійності  $\mu \geq 2,6$ , то зв'язок між ознаками можна вважати надійним.

5. Визначення коефіцієнтів множинної регресії здійснюємо за формулою Крамера:

$$a'_i = -\frac{\sigma_z}{\sigma_{u_i}} - \frac{\Delta z u_i}{\Delta z z} \quad (4.11)$$

логарифм вільного члена рівняння регресії за формулою:

$$\ln A_0 = z - a'_1 \ln u_1 - a'_2 \ln u_2 - \dots - a'_n \ln u_n \quad (4.12)$$

6. Після знаходження всіх параметрів рівняння регресії здійснюємо перехід до формули (5).

З метою оцінки повноти впливу на функцію відібраних найбільш суттєвих факторів-аргументів розраховуємо множинний коефіцієнт кореляції ( $R$ ) між функцією ( $z$ ) та відібраними факторами аргументами:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Delta}{\Delta_{zz}}} \quad (4.13)$$

$\Delta$  - визначник, побудований на основі парних коефіцієнтів кореляції.

Отримане значення  $R$  має бути наближене до 1, тобто  $R \approx 1$ . Тоді можна зробити висновок, що в отриману залежність включені найбільш вагомні фактори аргументи.

На основі статистичних даних про ризикові ситуації, 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:

$$e_1 = 57,6 v_1^{0,87} \cdot v_2^{0,36} \cdot v_3^{-0,16} \cdot v_4^{0,02} \cdot v_5^{0,58}, \quad (4.14)$$

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

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

Коефіцієнти кореляції множинної регресії для залежностей (4.14) 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  $\tau_k$ .

Перевірка моделей управління ризиками на адекватність реалізовано за F-критерієм Фішера[12, 13], що є одним із ключових етапів аналізу статистичних моделей. Вона дозволяє оцінити, чи побудована модель адекватно відображає досліджувану залежність між змінними. F-критерій Фішера використовується

для порівняння дисперсій двох вибірок: дисперсії, що пояснюється моделлю, та залишкової дисперсії. Якщо дисперсія, пояснена моделлю, значно більша за залишкову дисперсію, модель вважається адекватною.

Перевірку моделей інформаційної технології управління ризиками в умовах Scrum на адекватність виконано згідно наступної процедури:

1. Задамо дві вибірки  $x^n = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $x_i \in R$ , де  $x_i$  відповідає відхиленню фактичного значення показника ефективності за один Sprint, та  $y^m = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ ,  $y_i \in R$ , де  $y_i$  відповідає відхиленню передбачуваних значень показника від середнього за один Sprint.

Розрахунки реалізовано для показників IT Project Team Productivity (результати продуктивності команди -завершені задачі на одиницю часу), Task Completion Rate (відсоток виконаних задач у кожному спринті), Velocity IT проекту (сумарна кількість виконаних story points у кожному спринті) в умовах Scrum для 10 Sprint. Статистичні дані наведено в Додатку Д.

2. Нехай  $\sigma_1^2$  - дисперсія вибірки  $x^n$  і  $\sigma_2^2$  - дисперсія вибірки  $y^m$ ;  $s_1^2$  — вибіркова оцінка дисперсії  $\sigma_1^2$  і  $s_2^2$  - вибіркова оцінка дисперсії  $\sigma_2^2$ .

Значення середньої пояснюваної дисперсії та середньої залишкової дисперсії для Velocity визначено наступним чином:

$$s_1^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 62,25, \quad s_2^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2 = 15 \quad (4.15)$$

де  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 2,49$ ,  $\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i = 1,22$  — вибіркові середні вибірок  $x^n$  і  $y^m$ .

Для інших метрик (TCR та Productivity) розрахунки будуть аналогічними.

3. Додаткове припущення: вибірки  $x^n$  і  $y^m$  є нормальними. Критерій Фішера чутливий до порушення припущення про нормальність.

Нульова гіпотеза  $H_0$ :  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$  модель є неадекватною (пояснювана дисперсія незначно відрізняється від залишкової).

Альтернативна гіпотеза  $H_1$  модель є адекватною.

4. Фактичне значення F-критерію:  $F_{fact} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = 4,15$  (4.16)

5. Задаємо рівень значимості  $\alpha = 0,05$ . Тобто, ми вважатимемо, що можлива помилка для нас становить 0,05, це означає, що ми можемо помилитися не більш, ніж у 5% випадків, а в 95% випадків наші висновки будуть правильними.

6. За статистичними таблицями  $F$  – розподілу Фішера (табл. 4.1. [14]) з  $(k - 1, n - k)$  ступенями вільності та рівнем значимості  $100(1 - \alpha)\%$  знаходимо критичне значення. Якщо  $F_{кр} < F_{fact}$ , то зі ймовірністю 0,95 ми стверджуємо, що побудована нами модель є адекватною. Або навпаки, якщо  $F_{кр} > F_{fact}$ , модель не є адекватною.

Таблиця 4.1

Статистична таблиця  $F$  – розподілу Фішера

	$f_1$									
$f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161,45	199,5	215,71	224,58	230,16	233,99	236,77	238,88	240,54	241,88
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,99	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64
8	5,23	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98

Тест проводиться шляхом порівняння значення статистики з критичним значенням відповідного розподілу Фішера при заданому рівні значимості.

Відомо, що якщо  $F \sim F(m, n)$ , то  $\frac{1}{F} \sim F(m, n)$ . Крім того, квантілі розподілу Фішера



мають властивість  $F_{1-\alpha} = \frac{1}{F_{\alpha}}$ . Тому в чисельнику взято потенційно велику величину, а в знаменнику — менша і порівняння здійснено з «правою» Квантиллю розподілу

Розрахована величина, згідно (4.16),  $F_{fact}=4,15$ . Зіставляємо з теоретичним значенням  $F_{kr}$ , згідно табл.4.4, що рівне 3,15. Зіставляючи теоретичне і експериментальне значення критерію Фішера  $3,15 < 4,15$ , переконуємося в адекватності теоретичного рішення (запропонованих моделей та методів).

Експертні методи застосовано в ситуаціях, коли критерії оцінювання досить нові і складні, необхідна інформація про них відсутня, а ймовірність того або іншого результату не можна обчислити статистичними методами. Опитування експертів реалізовано на основі методу Делфі, де кожному експерту було поставлено 15 запитань. Всього в опитуванні взяли участь 12 експертів зі Scrum Team, Scrum master та Product owner, а також Stakeholders.

### 4.3. Результати досліджень в реальних умовах

В результаті вирішення поставлених задач була розроблена та впроваджена інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum, що відіграє важливу роль у поліпшенні ефективності та успішності управління проєктами. В результаті проведення досліджень в реальних умовах для проєктів галузі інформаційних технологій, зокрема ІТ компанії «АНДЕРСЕНЛАБ», що застосовує Scrum, позитивним ефектом є:

- можливості виявлення ризиків заздалегідь. Запропонована технологія дозволяє автоматично ідентифікувати потенційні ризики на ранніх етапах та оцінити їх. Крім того забезпечує можливість використання попереджувальної аналітики, заснованої на даних минулих спринтів, щоб прогнозувати можливі проблеми, наприклад, затримки або перевантаження команди. Це дозволяє запобігти ризикам до їхнього впливу на виконання задач спринту;

- підвищення прозорості. ІТ містить централізовану базу ризиків, яка доступна для всієї Scrum-команди. Також постійний моніторинг і оновлення

статусу ризиків у реальному часі через інтеграцію з іншими Scrum-інструментами (наприклад, Jira, Trello). Команда завжди знає, які ризики існують, і може діяти відповідно до пріоритетів;

- прискорення прийняття рішень. IT забезпечує швидке отримання інформації про ризики, їхній потенційний вплив і план дій. Автоматизовані сценарії реагування на ризики (наприклад, зміна пріоритету задач або перерозподіл ресурсів) сприяє отримання інформації в режимі реального часу. Скорочується час на оцінку ситуації та вибір оптимального рішення, що особливо важливо в коротких ітераціях Scrum;

- оптимізація роботи команди. За допомогою IT можна автоматично аналізувати продуктивність команди та виявляти фактори, які можуть стати причиною ризиків (перевантаження, нестача ресурсів). Інтеграція управління ризиками з беклогом дозволяє коригувати обсяг роботи відповідно до ризиків. Це дозволяє уникнути стресу в команді та підтримувати стабільну продуктивність;

- поліпшення комунікації зі стейкхолдерами. Звіти про ризики, які автоматично формуються й адаптуються для різних стейкхолдерів. Візуалізації (діаграми, графіки) для демонстрації ймовірності ризиків і їхнього впливу на терміни та бюджет. Забезпечується ефективне інформування стейкхолдерів і посилюється довіра до процесу;

- безперервне вдосконалення. IT-системи збирають дані про ризики та ефективність заходів для їхнього усунення. Використання машинного навчання або аналітики дозволяє робити рекомендації для майбутніх спринтів. Команда Scrum може враховувати історичні дані для покращення своїх підходів у майбутньому.

Використання IT для управління ризиками в Scrum характеризується загальним ефектом:

- Зменшити кількість затримок у спринтах.
- Підвищити якість продукту через уникнення помилок.
- Ефективніше використовувати ресурси.

- Поліпшити загальну продуктивність і зменшити стрес в команді.

Таким чином, інформаційна технологія управління ризиками стає важливим інструментом для досягнення гнучкості, стабільності та високої результативності Scrum-команди.

Інформаційна технологія управління ризиками інтегрується в середовище Scrum для автоматизації та оптимізації процесів ідентифікації, оцінки та реагування на ризики. Це забезпечує безперервне управління ризиками протягом життєвого циклу проєкту.

Основні функції IT-систем управління ризиками в Scrum:

- Інтеграція з інструментами Scrum (Jira, Trello, Azure DevOps).
- Використання матриць ризиків для візуалізації.
- Автоматичні звіти та аналітика.
- Постійне оновлення ризиків у реальному часі.
- Сповіщення команди про критичні події.

На початковому етапі функціонування IT управління ризиками передбачає аналіз факторів зовнішнього середовища та внутрішнього стану проєкту та у Scrum-команді. При цьому здійснюється аналіз беклогу на основі введених задач шляхом виявлення задач із високою складністю, невизначеністю або залежностями. Моніторинг прогресу реалізує аналіз відставань від графіка або перевищення запланованих витрат. Інтеграція з історичними даними забезпечує використання даних попередніх спринтів і проєктів для прогнозування ризиків. Тобто система аналізує введені дані (наприклад, задачі, їхній статус, затримки, звіти команди). Потім ідентифікує фактори та ставить у віжповідність можливі ризики за заздалегідь визначеними критеріями (наприклад, низька продуктивність, часті зміни вимог).

Наступним етапом є оцінювання ризиків, що здійснюється за такими параметрами:

- ймовірність виникнення, з якою ризик може вплинути на спринт чи проєкт;
- вплив ризику на ключові показники, такі як терміни, витрати, якість;

-пріоритизація, що передбачає автоматичне ранжування ризиків за ступенем важливості.

Інструмент створює матрицю ризиків (наприклад, "високий вплив – висока ймовірність") для візуалізації. Система пропонує план дій для кожного ризику, залежно від його пріоритету.

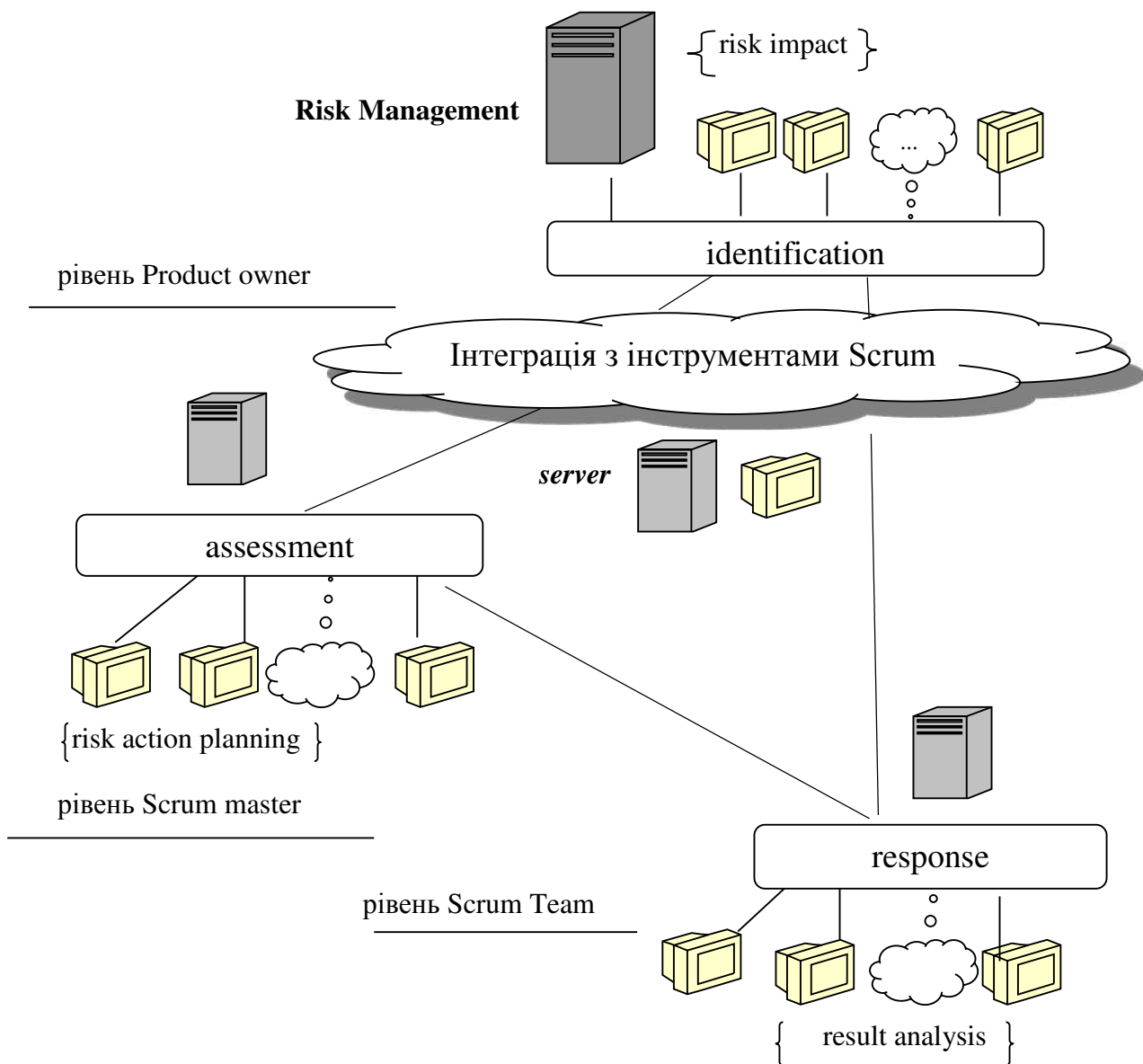
ІТ-рішення дозволяють постійно відслідковувати статус ризиків. Система оновлює статус ризиків на основі змін у задачах чи спринтах. Команда отримує повідомлення про критичні ризики або зміни у їхньому статусі. При цьому відображає інформацію у вигляді графіків, таблиць або KPI для спрощення аналізу. Інтеграція з інструментами Scrum (наприклад, Jira, Trello) дозволяє автоматично збирати дані про прогрес задач. Дані зберігаються у централізованій базі, доступній для аналізу всією командою.

ПЗ ІТ управління ризиками автоматизує створення планів реагування. Пропозиції щодо усунення причини ризику (наприклад, розбиття великих задач на дрібніші) забезпечують усунення ризику. Визначення заходів для мінімізації впливу ризику (наприклад, додаткові ресурси, коригування термінів) передбачають зменшення втрат в проєкті. Інструмент може запропонувати передати ризик зовнішнім підрядникам або зацікавленим сторонам. Таким чином, генеруються рекомендації, використовуючи базу знань, яка враховує історичні дані та найкращі практики. При цьому автоматично відображається залежність між ризиками та їхнім впливом на задачі.

Дані про ризики, їхній вплив та ефективність заходів реагування зберігаються, створюючи базу прецедентів. Це забезпечує постійне вдосконалення підходів до управління ризиками. Можливість використання машинного навчання для створення більш точних прогнозів у майбутніх проєктах забезпечує аналіз даних для визначення повторюваних ризиків і причин їх виникнення. Також створюються рекомендації для уникнення подібних ситуацій у майбутніх спринтах.

Схематично процес управління ризиками в Scrum з використанням запропонованої інформаційної технології, де виділено основні етапи:

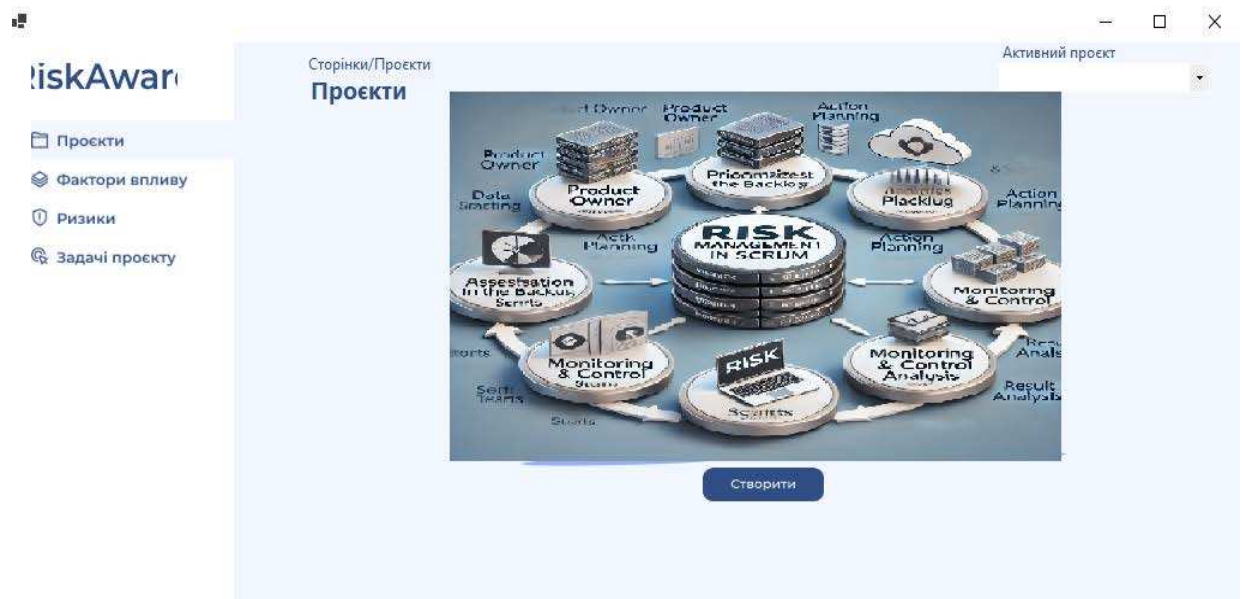
ідентифікація, оцінка та реагування, що об'єднані в безперервний цикл покращення, представлено на рис. 4.4.



**Рисунок 4.4 – Схема управління ризиками в умовах Scrum з використанням запропонованої інформаційної технології.**

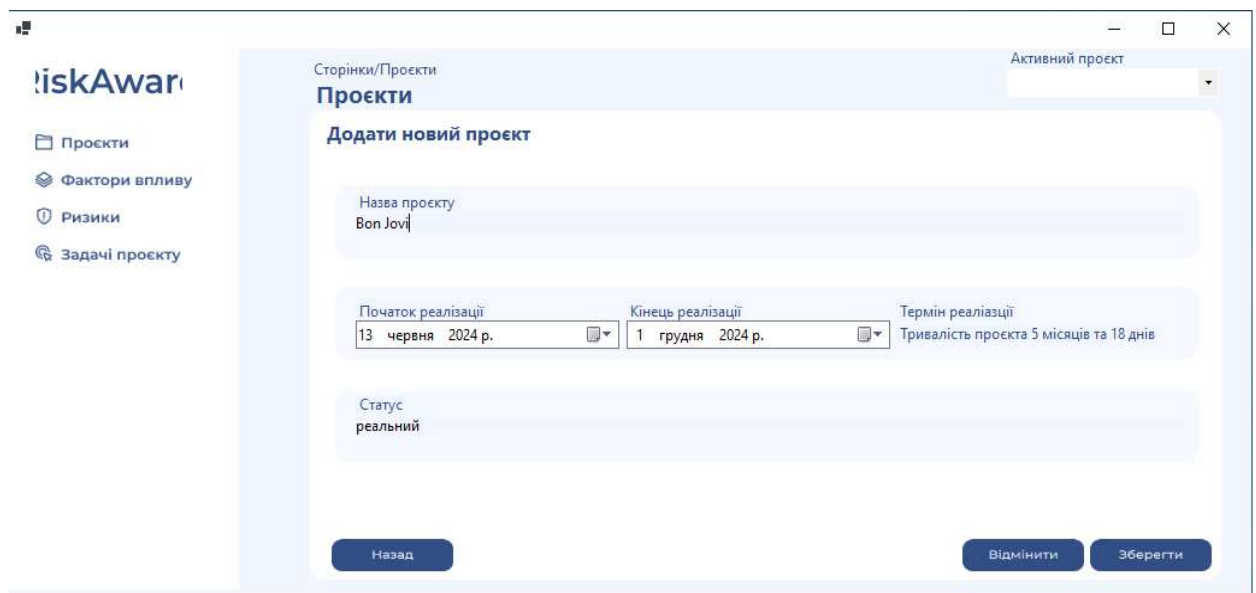
Інформаційна технологія управління ризиками в умовах Scrum сприяє вирішенню складних слабкоструктурованих і неструктурованих задач ідентифікації та оцінки ризиків, плануванню заходів уникнення ризику та ін. При

цьому передбачається введення та постійний моніторинг інформації впродовж кожного активного проекту на різних рівнях менеджменту (рис.4.5).



**Рисунок 4.5 - Інтерфейс користувача ПЗ інформаційної технології управління ризиками в умовах Scrum.**

Для початку роботи необхідно внести інформацію про новий проект, а також описати характеристики проекту та його статус (рис.4.6).



**Рисунок 4.6 – Група закладок “Проекти”.**

Введення інформації про ризикові фактори здійснюється на основі обговорення на початку кожного спринту (Sprint Planning) активного проєкту (рис.4.7).

The screenshot shows the 'RiskAware' web application interface. On the left is a sidebar with navigation links: 'Проекти', 'Фактори впливу', 'Ризики', and 'Задачі проєкту'. The main content area is titled 'Сторінки/Фактор впливу' and 'Фактори впливу'. It features a form to 'Додати фактор впливу' (Add factor of influence). The form contains four input fields: 'Назва фактору' (Factor name) with the value 'інфляція', 'Тип фактору' (Factor type) with a dropdown menu showing 'економічний', 'Класифікація' (Classification) with a dropdown menu showing 'зовнішній', and 'Фактор впливу від 1 до 10' (Factor of influence from 1 to 10) with the value '7'. At the bottom of the form are three buttons: 'Назад' (Back), 'Відмінити' (Cancel), and 'Зберегти' (Save). The top right corner shows 'Активний проєкт' (Active project) as 'Bon Jovi'.

**Рисунок 4.7 – Група закладок “Фактори впливу”.**

Бази даних та бази знань інформаційної технології управління ризиками розташовано в хмарному середовищі, до якого мають доступ як Scrum master та Scrum Team для постійного введення поточних даних про показники реалізації проєкту та інформацію про задачі, так і Product owner для одержання первинної та обробленої інформації про реалізацію проєкту та ситуацію з врахування ризик-факторів, а також для постійного моніторингу та контролю ситуації. Перед початком роботи ПЗ згідно імені користувача та пароля ідентифікує користувача, та відкриває йому доступ до ПЗ, а також до бази даних показників, що відповідають даному користувачеві.

Занесення факторів впливу, що формують ризик, у список у вигляді окремих завдань здійснюється після введення дати початку та кінця проєкту та визначенні тривалості проєкту. При цьому фактори класифікуються та встановлюється ймовірність даного фактору. На основі даних про фактори формується інформація про ризик, що включає також і ймовірність настання ризику (рис.4.8).

**Рисунок 4.8 – Група закладок “Ризик”.**

Існує два режими роботи даної групи закладок: перегляд та редагування, введення. Режим роботи введення забезпечує введення щоденної інформації; режим роботи перегляд та редагування, відповідно перегляд інформації та її редагування в разі неправильного вводу (рис 4.9).

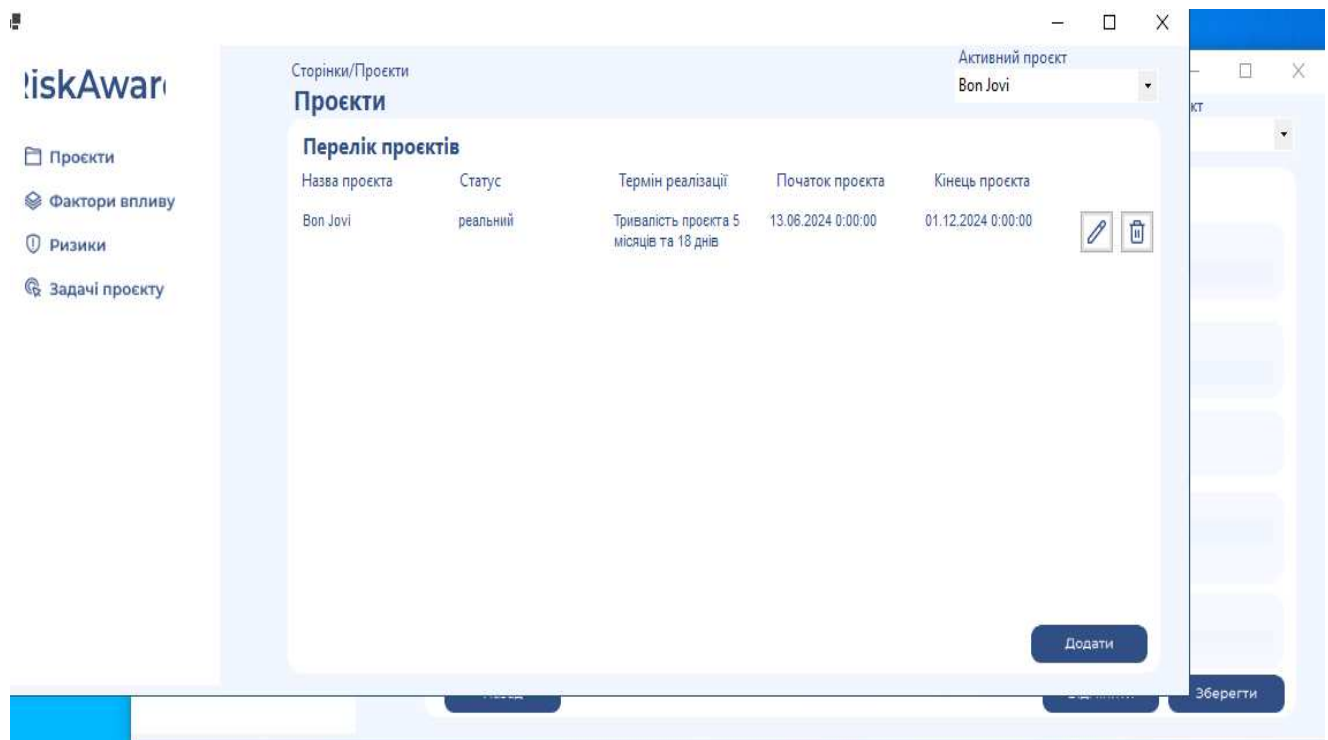
**Рисунок 4.9 – Група закладок “Задачі проекту”.**



Занесення значень в таблиці бази даних щоденних введень відбувається в режимі введення. Для цього вибирають дату, на яку необхідно ввести показники реалізації проєкту та інформацію про зовнішні фактори, потім в відповідні віконця введіть значення даних показників, та натисніть кнопку “ОК”. В результаті чого значення будуть додані в таблицю щоденних введень.

Вхідна інформація розподілена на частини: фактори впливу, ризики, задачі проєкту (рис 4.2). Для отримання інформації для моніторингу та контролю ризиків проєкту необхідно по чергово натискаючи на відповідні кнопки та отримати інформацію по всім частинам.

Отримання інформації для моніторингу та контролю ризиків проєкту здійснюється натисканням на відповідну кнопку. В результаті цього з’являється форма відповідної інформації. В цій формі можна переглянути зведену поточну інформацію про ризики, їхній вплив та ефективність заходів реагування в режимі реального часу. При цьому забезпечується перегляд звітів про ризики, які автоматично формуються й адаптуються як для Product owner, так і для Scrum master та Scrum Team (рис.4.10).



**Рисунок 4.10 – Моніторинг та контроль ризиків в проєкті.**

В результаті проведених експериментальних досліджень застосування розробленої інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum для розв'язання складних слабкоструктурованих і неструктурованих задач управління ризиками оцінено ефективність практичного застосування розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення для проєктів, що реалізуються в умовах застосування фреймворку Scrum. За допомогою запропонованого ПЗ розв'язується ряд задач управління ризиками таких, як: ідентифікація ризиків, оцінювання ризиків, визначення відповідних заходів реагування, аналіз, моніторинг та контроль ризиків.

Задачу управління ризиками проєктів в умовах Scrum розглянуто на основі комплексного застосування методів штучного інтелекту в поєднанні з традиційними формалізованими методами та експертними методами з врахуванням організаційно-технологічної складової проєкту. Застосовані теоретичні та методологічні основи створення нової інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum забезпечують можливості отримання актуальної поточної інформації в режимі реального часу. Запропоновані евристичні методики забезпечують можливість автоматизувати процес прийняття управлінського рішення в умовах ризиків, залишивши менеджменту проєкту тільки компромісний вибір з можливих варіантів, що є основою розробленого програмного забезпечення інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum.

Ефективність впровадження розроблених методів та алгоритмів для проєктів в умовах Scrum визначається за рахунок розширення функціональних можливостей та підвищення ефективності реалізації проєкту в складних умовах зростаючого рівня ризикованості, а також уникнення витрат, пов'язаних з ризиковими подіями.

Дана інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum надає проєктному менеджеру допомогу в процесі прийняття рішень в проблемних ситуаціях, що можуть бути в ході реалізації проєкту в умовах Scrum, і забезпечує підтримку в усьому діапазоні контекстів структурованих,

напівструктурованих та неструктурованих задач проєкту; підтримує та посилює аналіз та оцінки ризиків 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 проєкту. Крім того, дана технологія зорієнтована на гнучкість та адаптивність для пристосування до змін середовища. Результати порівняльного аналізу запропонованої інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum наведено в табл.4.2.

Таблиця 4.2

## Порівняльний аналіз ІТ управління ризиками проєктів в умовах Scrum

Задачі Системи	Ідентифікація ризиків	Оцінка ризиків	Моніторинг у реальному часі	Вибір методів реагування	Можливості застосування в умовах Scrum
ІТ управління ризиками проєктів в умовах Scrum	+	+	+	+	+
SAP Risk Management	+	+	-	+	-
ServiceNow Risk Management	+	+	-	+	-
Risk Track	+	+	-	+	-
RSA Archer	+	+	-	-	-
Palisade @RISK	+	+	-	-	-
RiskWatch	+	+	+	-	-
IBM OpenPages	+	+	-	-	-

Усі експериментальні дослідження і практичне застосування розроблених методів та алгоритмів виконано на основі дослідження простих академічних прикладів проєктів в умовах Scrum, а також в умовах реальних проєктів ІТ компанії ТОВ «АНДЕРСЕНЛАБ». Застосування розроблених методів та алгоритмів для проєктів в умовах Scrum дозволило скоротити використання матеріальних та енергетичних ресурсів на 2,8 - 3,2 %, фінансових ресурсів на 5,1

%, уникнути перевищення часових обмежень на 4,7%, знизити втрати в проєктах в умовах Scrum на 3,2 %, що дало можливість підвищити ефективність проєктів в умовах Scrum на 5 - 8 %.

Результати впроваджені в проєктах ТОВ «АНДЕРСЕНЛАБ» та кафедри інформаційних технологій проєктування Черкаського державного технологічного університету, що підтверджено відповідними актами впровадження результатів дисертаційної роботи.

Фрагменти програмного коду інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum наведено в Додатку Д.

Експериментальні дані про результати досліджень в реальних умовах наведено в Додатку Г.

#### **4.4. Висновки до розділу 4**

1. Розроблено програмно-інформаційне забезпечення інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum з використанням сучасних інструментальних програмних засобів, складові якої інтегруються в загальну систему управління проєктом.
2. Проведено експериментальні дослідження на основі академічних прикладів проєктів в умовах Scrum, а також в умовах проєктів ІТ компанії «АНДЕРСЕНЛАБ». Доведення адекватності моделей управління ризиками проєктів в умовах Scrum здійснено на основі побудови та оцінки багатофакторного регресійного рівняння, а також застосовано порівняння статистичних даних реалізації різних проєктів ІТ компанії «АНДЕРСЕНЛАБ» та їх оцінка за допомогою критерію Фішера.

### Список використаних джерел до розділу 4

1. Database Systems: The Complete Book 2nd Edition by Hector Garcia-Molina, Jeffrey Ullman, Jennifer Widom. Pearson. 2008. 1248 p. ISBN-10 0131873253 ISBN-13 978-0131873254.
2. Авраменко В.С., Авраменко А.С. Проєктування інформаційних систем: навчальний посібник. Черкаси: Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького. 2017. 434 с.
3. URL:<https://www.figma.com/> (дата звернення: 20.11.2024)
4. URL:<https://web4u.in.ua/blog/osoblivost-figma-34> (дата звернення: 20.11.2024)
5. URL: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/> (дата звернення: 24.11.2024)
6. URL: <https://dotnet.microsoft.com/ru-ru/languages/csharp> (дата звернення: 24.11.2024)
7. URL:<https://www.mysql.com/> (дата звернення: 25.11.2024)
8. URL: <https://www.easyphp.org/> (дата звернення: 25.11.2024)
9. URL: <https://www.phpmyadmin.net/> (дата звернення: 25.11.2024)
10. Pekoz, Erol The Manager's Guide to Statistics. Probability. 2009. 26 p. ISBN 9780979570438.
11. Т.О. Прокопенко, В.А. Прокопенко Комплексний підхід до оцінювання ефективності технологічного комплексу неперервного типу. Вісник Черкаського державного технологічного університету. Черкаси: ЧДТУ, 2017. № 3. С.10 – 15
12. Mankiewicz, Richard The Story of Mathematics (вид. Paperback). Princeton, NJ: Princeton University Press. 2004. p. 158. ISBN 9780691120461
13. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ / Пашко А.О.: Електронне видання. 2019. 55 с.
14. Таблиці функцій та критичних точок розподілу. Розділи: Теорія ймовірностей. Математична статистика. Математична методи в психології. / Укладач М.М.Горонескуль. Х.:УЦЗУ, 2009. 90 с.

## ВИСНОВКИ

1. З метою визначення області та предмету дослідження проведено аналіз особливостей управління проектами, що реалізуються в умовах застосування Scrum. Нестабільність навколишнього середовища та внутрішньої динаміки змін ускладнює точне прогнозування майбутніх результатів та перспектив проектів. Досліджено, що у процесі управління проектом важливо враховувати ризики, ризикові події, управляти ризиками та розробляти методи попередження та уникнення ризикових подій. Такий підхід має низку переваг, які сприяють отриманню більш точної, достовірної та повної інформації для прийняття рішень в умовах, що швидко змінюються.

2. Проведено аналіз існуючих методів і моделей управління ризиками проектів з метою дослідження можливостей формалізації знань у вигляді простору компонентів, взаємопов'язаних спільними завданнями та цілями розробки, що необхідні для вирішення задачі розробки інформаційної технології управління ризиками проектів в умовах Scrum.

3. Існуючі програмні засоби та системи управління ризиками проектів вимагають максимальної кількості інформації статистичного характеру та не враховують інформацію якісного характеру. Крім того не враховують можливості недостовірності, неповноти інформації, можливостей динамічних змін, що є наслідком незрілості процесів управління ризиками проектів, що реалізуються в умовах Scrum. До того ж не всі програмні засоби мають можливості інтеграції з іншими програмами та базами даних для забезпечення цілісного підходу до управління ризиками і проектом в цілому. Тому необхідно розробити нові методи та програмно-інформаційних засобів управління ризиками проектів, що реалізуються в умовах застосування Scrum.

4. Побудовано модель ситуаційного управління ризиками проектів у вигляді нечіткого ситуаційного графу, який забезпечить вибір стратегії, що сприятиме виходу з ризикової ситуації. Дана модель наглядно демонструє вироблення рішень та визначення індексу досягнення цілей проекту на основі

якого здійснюється оперативне прийняття управлінських рішень, а також визначення майбутньої стратегії..

5. Побудовано модель управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти, що забезпечить можливості оптимізації стратегічних рішень. Дана модель наглядно демонструє причинно-наслідкові зв'язки між факторами, що призводять до ризикової події, в динаміці та можливості уникнення ризику, а також визначення майбутньої стратегії.

6.Розроблено комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів на основі технології Big Data шляхом комбінованого застосування методів ситуаційного управління, інтелектуальних та експертних методів, а також технології Big Data. Результатом застосування даного методу є підвищення ефективності проєктів за рахунок уникнення перевитрати ресурсів та втрат в проєкті на 5–15 %, адаптації до умов зовнішнього оточення, а також оперативного та адекватного реагування в кризових обставинах.

7. Розроблено метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу шляхом комбінованого застосування когнітивного аналізу, математичного моделювання та експертних методів. Результатом застосування даного методу управління ризиками проєктів в умовах Scrum є підвищення ефективності проєктів на 8-10%. за рахунок мінімізації впливу людського фактору .

## **ДОДАТКИ**



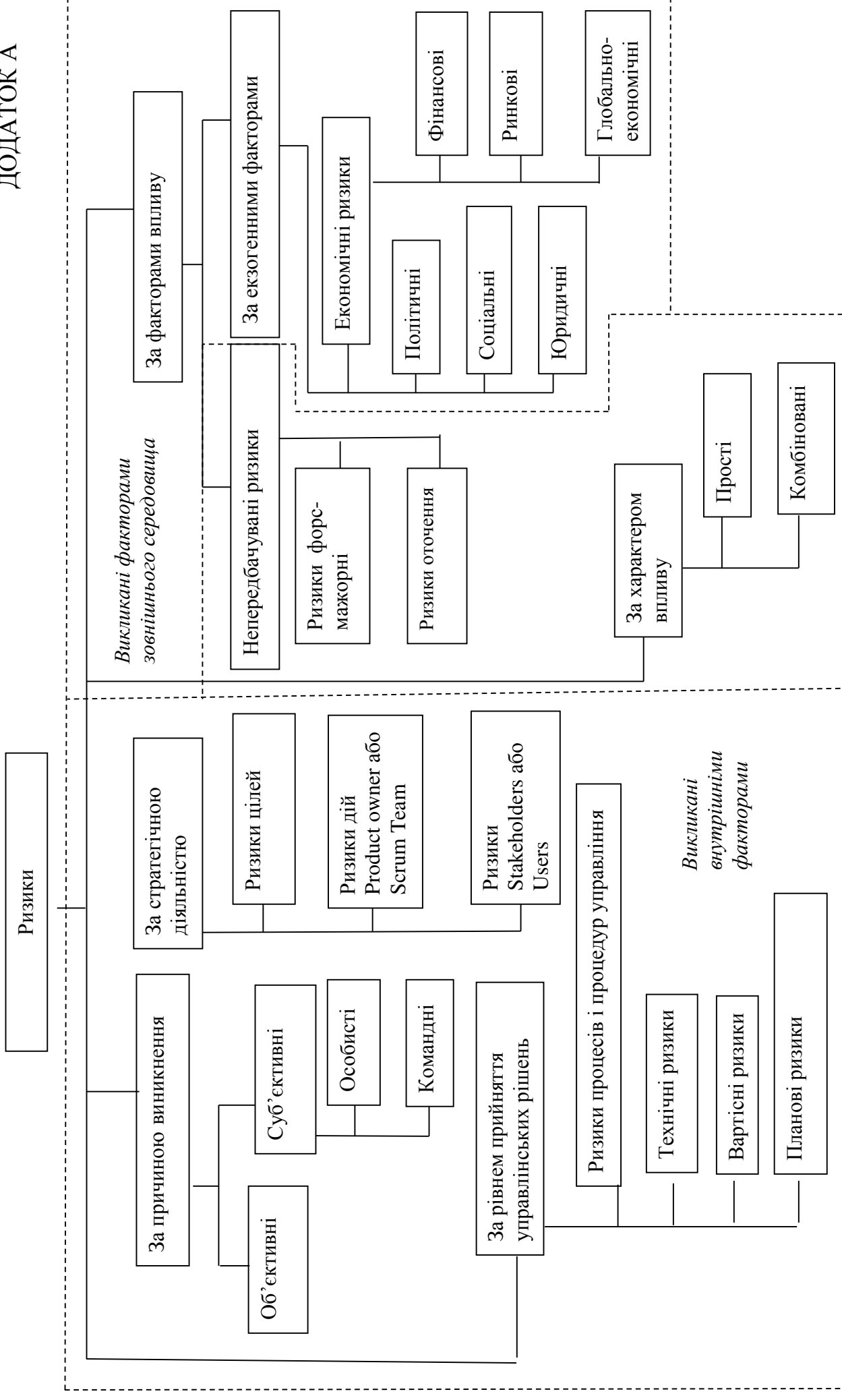


Рисунок А.1 - Класифікація ризиків ІТ проєктів в умовах Scrum

## ДОДАТОК Б

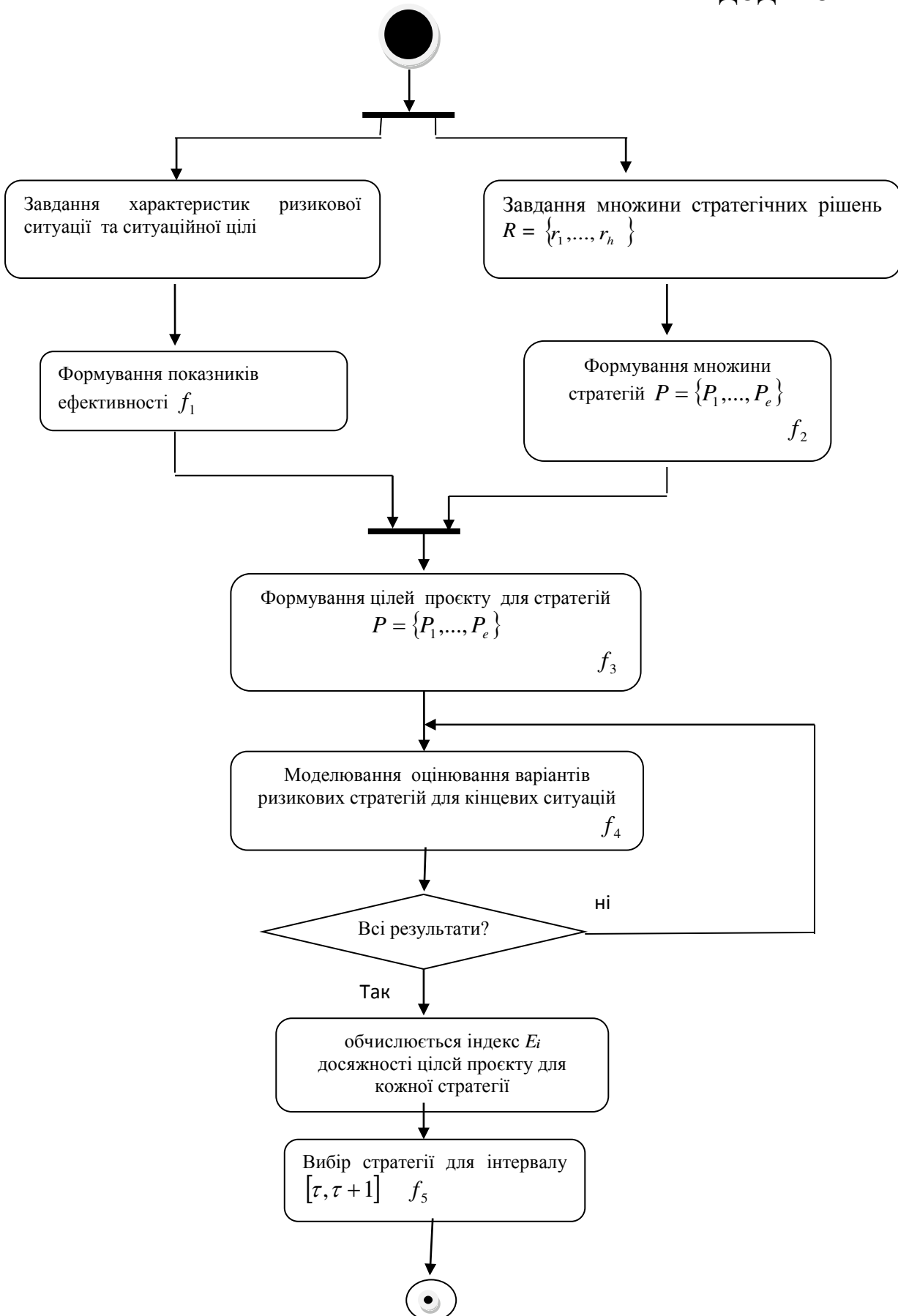


Рисунок Б.1. UML діаграма комплексного методу ситуаційного управління ризиками проєктів

ДОДАТОК В

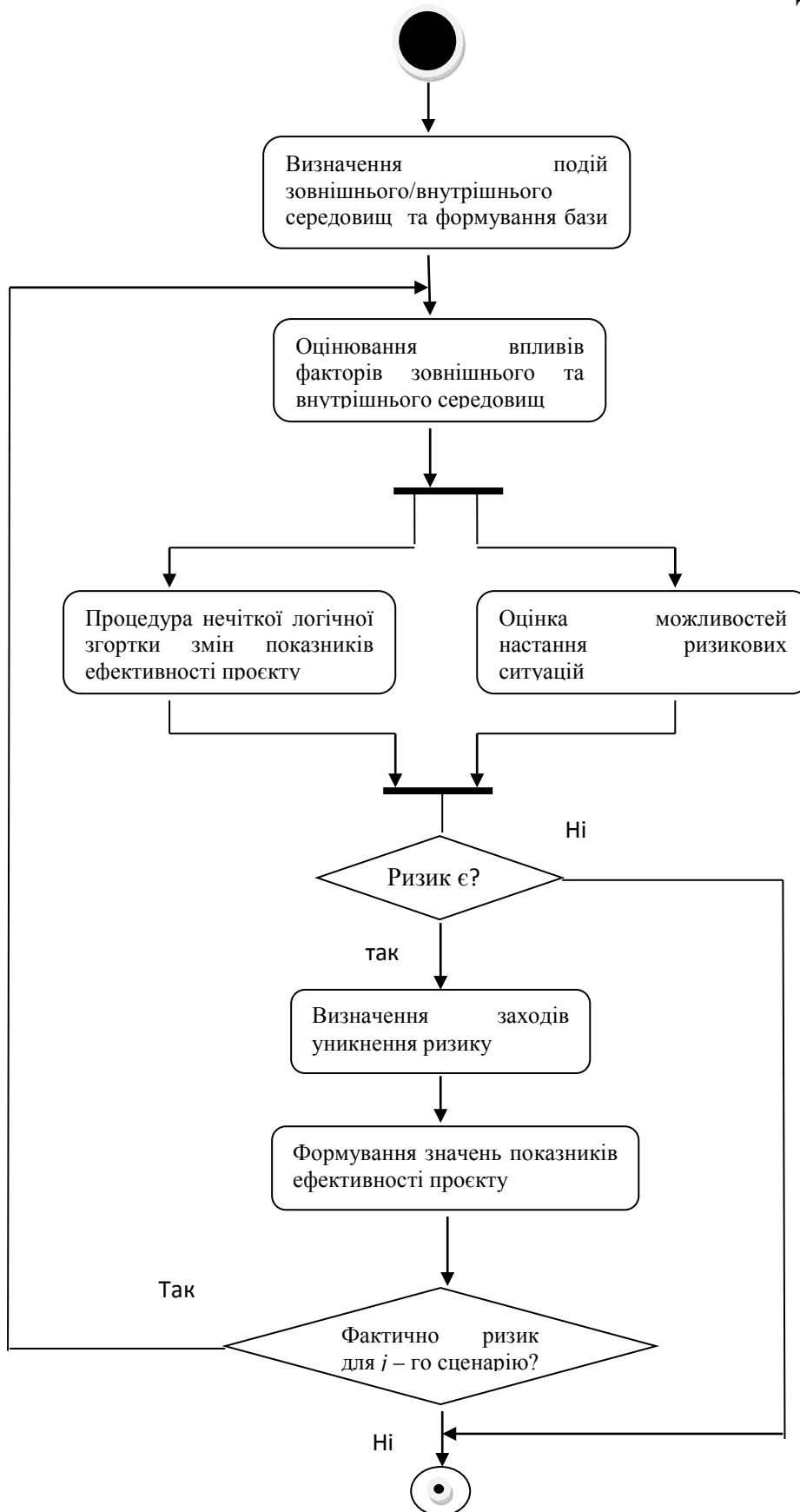


Рисунок В.1. UML діаграма методу управління ризиками проєктів в умовах Scrum

## ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1

## SWOT аналіз проєкту в умовах Scrum

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>- високий рівень контролю якості</li> <li>- Зростання оборотних коштів</li> <li>- Висококваліфікований персонал</li> <li>- висока продуктивність, тобто короткі цикли та чіткі цілі кожного спринту сприяють ефективності команди</li> <li>- фінансова підтримка через механізм пільгового кредитування</li> <li>- пріоритизація задач, що забезпечується принципом «спочатку найважливіше», що дозволяє швидко отримати максимальну цінність від розробки</li> <li>- постійне вдосконалення, при якому аналіз досвіду після кожного спринту допомагає покращувати процеси та роботу команди</li> <li>- розробка нормативно-технічної документації адаптованої до світових вимог</li> <li>– прозорість процесів, коли регулярні зустрічі (daily stand-up, sprint review, retrospective) забезпечують відкриту комунікацію в команді</li> <li>– самоорганізованість команди, тобто розробники самі розподіляють задачі та відповідальність, що підвищує мотивацію та ефективність</li> <li>– гнучке адаптування до технологічних змін, що завдяки коротким ітераціям та постійному зворотному зв'язку забезпечує</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рівень дисципліни та залученості, контроль процесів</li> <li>- низька розвиненість інфраструктури</li> <li>- залежність від людського фактору</li> <li>- некомпетентність персоналу у питаннях прийняття управлінських рішень</li> <li>- відсутність чітких правил регулювання і контролю</li> <li>- складність у прогнозуванні термінів і бюджет, тобто через гнучкість і постійні зміни вимог складно точно спрогнозувати фінальні терміни та витрати на весь проєкт.</li> <li>- відсутність чіткої довгострокової стратегії</li> <li>- відсутність компетентного Product Owner може негативно вплинути на процес розробки, оскільки саме він визначає пріоритети та напрямок розвитку продукту</li> <li>- складність для великих команд</li> <li>- відсутність системи управління ризиками в проєктах <ul style="list-style-type: none"> <li>– економічна криза;</li> <li>– відсутність швидкої монетизації або видимого економічного ефекту, бізнес може втратити інтерес до проєкту;</li> <li>– порушення цінового паритету;</li> <li>– невизначеність ринку – якщо після кількох спринтів виявляється, що продукт не має очікуваного попиту, економічна зацікавленість бізнесу знижується.;</li> </ul> </li> </ul>

<p>команді налаштування під нові технологічні тренди.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– поліпшення інвестиційного клімату.</li> <li>– інкрементальне впровадження технологій, що дозволяє поступово впроваджувати нові технології в рамках спринтів, тестуючи їхню ефективність без ризику для всього проєкту.</li> <li>– відповідність високим стандартам якості</li> <li>– оптимізація використання ресурсів, тобто у процесі розробки можна вдосконалювати алгоритми, архітектуру та інфраструктуру для зменшення навантаження на сервери та мінімізації енергоспоживання.</li> <li>– інтеграція законодавчих вимог в процес розробки з самого початку (наприклад, через Definition of Done)</li> <li>– пріоритизація технологічних оновлень, де Product Owner разом із командою визначає, які інновації є найбільш критичними та впроваджує їх першочергово.</li> <li>– залучення експертів галузі, що забезпечує можливість інтеграції доменних експертів у Scrum-команду та підвищує якість кінцевого продукту.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практична відсутність кредитування виробника, що вимушено призвело до переходу на давальницькі схеми переробки сировини і бартерні відносини у галузі;</li> <li>– часті зміни пріоритетів, тобто постійні адаптації можуть призвести до того, що ресурсів витрачається більше, ніж очікувалося, а економічна вигода відкладається.;</li> <li>– високі витрати на підтримку Scrum-процесів;</li> <li>– командне вигорання – без правильної мотивації розробники можуть втрачати інтерес, що призводить до зниження продуктивності та збільшення витрат.;</li> <li>– відсутність чіткого законодавства</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Можливості</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зростання життєвого рівня населення</li> <li>- удосконалення менеджменту</li> <li>- зменшення імперативних норм законодавства</li> <li>- удосконалення якості ІТ продуктів</li> <li>- співпраця з зарубіжними партнерами</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Загрози</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нестабільність технологій, тобто використання застарілих або ненадійних технологій.</li> <li>- кібербезпека, що включає витоки даних, хакерські атаки, DDoS-атаки</li> <li>- Перепад курсу валют</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- розширення партнерських можливостей, тобто експорт дає змогу залучати міжнародних партнерів, інвесторів та клієнтів.</li> <li>- високий рівень стандартизації, тобто чіткі вимоги (наприклад, медичні або фінансові стандарти) допомагають у плануванні розробки.</li> <li>- злагоджена та ритмічна робота всіх технологічних елементів IT-проєкту</li> <li>- зрозуміла цільова аудиторія, коли команди мають чітке розуміння потреб користувачів та можуть швидко адаптувати продукт під них.</li> <li>- гнучкість у плануванні , тобто Scrum дозволяє адаптувати графік роботи розподілених команд, використовуючи асинхронну комунікацію.</li> <li>— доступ до кращих фахівців , тобто розподілені команди дають змогу залучати таланти з різних регіонів.</li> <li>— глобальні можливості, тобто IT-продукти можуть розроблятися для міжнародного ринку, що розширює потенціал компанії.</li> <li>— довгострокові кредити дозволяють розподілити фінансове навантаження та уникнути касових розривів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- помилки в коді, тобто баги, недостатнє тестування, низька якість коду.</li> <li>- Зміни цінової політики</li> <li>-відсутність масштабованості, тобто погана архітектура, яка не витримує росту проєкту</li> <li>- поглиблення кризи</li> <li>- проблеми з управлінням, що передбачає невизначеність ролей, погане планування</li> <li>- низька кваліфікація команди, тобто недостатній досвід або відсутність потрібних навичок.</li> <li>- зміна вимог, що передбачає часті зміни бізнес-логіки, що впливають на розробку.- втрати робочих місць,</li> <li>- недостатнє фінансування, тобто нестача бюджету на підтримку та розвиток.</li> <li>- затримки фінансування, тобто несвоєчасне надходження коштів від інвесторів</li> <li>- невдалий монетизаційний план, тобто неправильний вибір бізнес-моделі</li> <li>-проблеми з ліцензіями, тобто використання неліцензованого програмного забезпечення.</li> <li>- конфіденційність , що включає порушення GDPR, законів про захист даних.</li> <li>- патентні суперечки, тобто конфлікти з приводу інтелектуальної власності.</li> </ul>
---	--

Таблиця Г.2

## PEST аналіз проєкту в умовах Scrum

Політика	Р	Економіка	Е
<p>1. Вибори президента.</p> <p>2. Вибори у Верховну Раду.</p> <p>3. Зміна законодавства, тобто зміни в оподаткуванні IT-компаній, вимоги до трудових договорів.</p> <p>4. Визнання на всіх рівнях управління пріоритетності галузі</p> <p>5. Регуляторні вимоги, тобто необхідність дотримання законів (GDPR, HIPAA, локальні закони про захист даних).</p> <p>6. Державна підтримка IT-індустрії, що включає гранти, податкові пільги або навпаки обмеження.</p> <p>7. Вплив глобальної політики, що передбачає санкції, торгові війни можуть вплинути на доступ до технологій та ринків.</p>		<p>1. Загальна характеристика (підйом, спад).</p> <p>2. Рівень інфляції.</p> <p>3. Експортна імпортна політика</p> <p>4. Динаміка курсу гривні</p> <p>5. Фінансова стабільність, тобто коливання курсів валют можуть впливати на аутсорсинг або рплати.</p> <p>6. Доступність інвестицій, що передбачає можливість отримання венчурного фінансування і грантів.</p> <p>7. Вартість розробки, що включає зростання витрат на фахівців, інфраструктуру (сервери, ліцензії).</p> <p>8. Рівень конкуренції, що передбачає попит на фахівців Scrum, конкуренція серед аутсорсингових компаній.</p>	
Соціум	S	Технологія	T
<p>1. Зміни в базових цінностях.</p> <p>2. Зміни в рівні і стилі життя.</p> <p>3. Відношення до роботи і відпочинку.</p> <p>4. Демографічні зміни.</p> <p>5. Зміна структури доходів</p> <p>6. Кваліфікація персоналу, тобто доступність сертифікованих Scrum Master-ів, Product Owner-ів.</p> <p>7. Гнучкість ринку праці, що включає також тренди щодо віддаленої роботи та work-life balance.</p> <p>8. Культура команди, тобто адаптація до Agile-методологій, залученість до спринтів, ретроспектив.</p> <p>9. Попит на продукт, чи відповідає продукт потребам суспільства (UX/UI, функціональність).</p>		<p>1. Державна технологічна політика.</p> <p>2. Розвиток технологій, тобто швидка еволюція інструментів для Scrum (JIRA, Trello, Confluence).</p> <p>3. Автоматизація, що включає CI/CD, DevOps-практики для ефективності розробки.</p> <p>4. Кібербезпека, що передбачає забезпечення захисту даних у гнучкому середовищі.</p> <p>5. Хмарні технології, тобто вплив AWS, Google Cloud, Azure на масштабованість проєкту.</p>	

Таблиця Д.1 Статистичні дані

A	B		C	D	E		F		G		H	I	J	K	L	M		N
	IT Project Team Productivity				Velocity	Task Completion Rate, %		Task Completion Rate, %		Definition of Done						Factor	Risk	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7	Sprint 1	0.12	0.10	30.00	14.02	05.00	70.00	100.00	10.50	95.20					0.20	0.10	5.00	
8	Sprint 2	0.14	0.11	35.00	14.87	88.00	75	97.00	20.20	98.12					4.80	0.30	10.00	
9	Sprint 3	0.15	0.12	40.00	14.04	90.00	00	99.00	27.50	100.07					4.90	0.50	20.00	
10	Sprint 4	0.16	0.13	38.00	13.46	92.00	85	100.00	31.90	103.81					4.44	0.70	40.00	
11	Sprint 5	0.17	0.14	45.00	13.09	95.00	00	90.00	39.00	106.66					4.01	0.90	60.00	
12	Sprint 6	0.17	0.14	50.00	14.87	94.00	90	100.00	48.10	109.5					4.28	1.00	80.00	
13	Sprint 7	0.10	0.15	40.00	14.40	90.00	02	97.00	50.10	112.04					3.24	0.00	70.00	
14	Sprint 8	0.19	0.16	48.00	15.01	91.00	94	99.00	69.10	115.19					3.79	0.80	50.00	
15	Sprint 9	0.20	0.17	42.00	14.07	09.00	95	100.00	07.90	110.00					3.42	0.40	30.00	
16	Sprint 10	0.20	0.17	48.00	13.89	87.00	97	98.00	100.20	120.88					4.32	0.2	15.00	
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27	Sprint 1	0.08	0.06	54.70	14.02	85.00	64.02	100.00	17.30	100.92063					3.23	0.2	7.00	
28	Sprint 2	0.09	0.07	57.30	13.43	88.00	69.00	97.00	29.20	104.44737					3.80	0.56	34.00	
29	Sprint 3	0.09	0.08	66.20	13.66	90.00	74.20	99.00	37.90	108.42857					3.90	0.46	56.00	
30	Sprint 4	0.1	0.09	57.10	13.00	92.00	79.00	100.00	40.10	100.95049					3.44	0.04	24.00	
31	Sprint 5	0.11	0.09	53.90	14.23	95.00	82.00	98.00	54.50	100.85714					3.61	0.34	61.00	
32	Sprint 6	0.11	0.09	54.80	12.94	91.00	85.30	100.00	68.20	101.28125					3.28	0.56	36.00	
33	Sprint 7	0.11	0.10	57.10	14.07	90.00	90.02	97.00	73.50	100.47770					3.24	0.07	20.00	
34	Sprint 8	0.12	0.10	56.30	13.63	91.00	92.60	99.00	80.40	105.96364					3.79	0.83	15.00	
35	Sprint 9	0.12	0.11	56.80	14.13	89.00	95.00	100.00	91.70	106.86154					3.42	0.14	6.00	
36	Sprint 10	0.12	0.11	57.10	13.19	07.00	97.00	90.00	100.00	110.37209					3.20	0.09	41.00	



## Фрагмент програмного коду

## Файл DB.cs

```
using MySql.Data.MySqlClient;

namespace Risk
{
    class DB
    {
        MySqlConnection connection = new
        MySqlConnection("server=localhost;port=3306;username=root;password=;database=RiskAware;");

        public bool openConnection()
        {
            try
            {
                if (connection.State == System.Data.ConnectionState.Closed)
                {
                    connection.Open();
                    return true;
                }
                else
                {
                    return false;
                }
            }
            catch (Exception ex)
            {
                //MessageBox.Show("Connection failed. Error: " + ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
                MessageBoxIcon.Error);
                return false;
            }
        }

        public bool closeConnection() {
            if (connection.State == System.Data.ConnectionState.Open)
            {
                connection.Close();
                return true;
            }
            else
            {
                return false;
            }
        }

        public void TestConnection()
        {
            try
            {
                openConnection();
                closeConnection();
                if (CheckDatabaseExistence("RiskAware"))
                {
                    connection = new
                    MySqlConnection("server=localhost;port=3306;username=root;password=;database=RiskAware;");
                }
            }
            catch (Exception ex)
            {
                //MessageBox.Show("Connection failed. Error: " + ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
                MessageBoxIcon.Error);
            }
        }
    }
}
```

```

    }
    else
    {
        connection = new MySqlConnection("server=localhost;port=3306;username=root;password=;");
        CreateDB();
        TestConnection();
    }
}
catch (Exception ex)
{
    //MessageBox.Show("Connection failed. Error: " + ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
    MessageBoxIcon.Error);
}
}

public bool CheckDatabaseExistence(string databaseName)
{
    try
    {
        openConnection();
        MySqlCommand cmd = new MySqlCommand($"SELECT SCHEMA_NAME FROM
INFORMATION_SCHEMA.SCHEMATA WHERE SCHEMA_NAME = '{databaseName}'", connection);
        object result = cmd.ExecuteScalar();
        closeConnection();
        return result != null;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        //MessageBox.Show("Error checking database existence: " + ex.Message, "Error",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
        return false;
    }
}

public bool CheckTableExistence(string tableName)
{
    try
    {
        openConnection();
        MySqlCommand cmd = new MySqlCommand($"SHOW TABLES LIKE '{tableName}'", connection);
        object result = cmd.ExecuteScalar();
        closeConnection();
        return result != null;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show("Error checking table existence: " + ex.Message, "Error",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
        return false;
    }
}

public bool CreateTable(string tableName, string columns)
{
    try
    {

```

```

        openConnection();
        MySqlCommand cmd = new MySqlCommand($"CREATE TABLE IF NOT EXISTS {tableName}
{columns}", connection);
        cmd.ExecuteNonQuery();
        closeConnection();
        return true;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        Console.WriteLine($"Error creating table {tableName}: " + ex.Message);
        return false;
    }
}

public MySqlConnection GetConnection()
{
    return connection;
}

public void CreateDB()
{
    try
    {
        openConnection();
        string createDatabaseQuery = "CREATE DATABASE IF NOT EXISTS RiskAware CHARACTER SET
utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci";
        MySqlCommand createDatabaseCmd = new MySqlCommand(createDatabaseQuery, connection);
        createDatabaseCmd.ExecuteNonQuery();
        closeConnection();
    }
    catch (Exception ex) {
        MessageBox.Show("Не вдалось створити БД, включіть локальний сервер");
        Environment.Exit(1);
    }
}
}
}
}

```

## Файл RiskAware.cs

```

using MySql.Data.MySqlClient;
using System.Data;
using System.Globalization;
using System.Drawing.Drawing2D;
using System;

namespace Risk
{
    public partial class RiskAware : Form
    {
        private bool EditDB = false;
        private string nametable = "";
        private int index = 0;
        private int index_buff = 0;
        private bool ControllerDB = false;
    }
}

```

```

private string id_project_target = "";
public RiskAware()
{
    InitializeComponent();
    //RoundCorners(new Control[] {RiskPanel, NewTaskDB, NewLogRisk, NewProjectDB, TaskPanelView,
    FaktorViewAll, ProjectPanelView, NewFactorPanel}, 20);
    DB db = new DB();

    db.TestConnection();
    if (db.CheckDatabaseExistence("RiskAware"))
    {
        bool risksTableExists = db.CheckTableExistence("Risks");
        bool allProjectTableExists = db.CheckTableExistence("AllProject");
        bool influenceFactorTableExists = db.CheckTableExistence("InfluenceFactor");
        if (!influenceFactorTableExists)
        {
            string columns = " ( id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, NameFactor VARCHAR(300)
CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci, Type VARCHAR(200) CHARACTER SET utf8mb4
COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci, Classification VARCHAR(200) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE
utf8mb4_0900_ai_ci, value VARCHAR(20) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci)";
            db.CreateTable("InfluenceFactor", columns);
        }
        if (!risksTableExists)
        {
            string columns = " ( id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, idName INT, Name VARCHAR(400)
CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci, interest INT, factor INT, FOREIGN KEY (factor)
REFERENCES InfluenceFactor(id))";
            db.CreateTable("Risks ", columns);
        }
        if (!allProjectTableExists)
        {
            string columns = " ( id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, `Name project` VARCHAR(300) NOT
NULL, status VARCHAR(200) NOT NULL, timecreate VARCHAR(200) NOT NULL," +
                "startcreate DATE DEFAULT NULL, endcreate DATE DEFAULT NULL, target_tb INT NULL)
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci";
            db.CreateTable("AllProject", columns);
        }
        if (allProjectTableExists && risksTableExists && influenceFactorTableExists)
        {
            TargetProject.Items.Clear();
            DataTable table = GetRequestSQLTable("SELECT `Name project` FROM AllProject");
            foreach (DataRow row in table.Rows)
            {
                TargetProject.Items.Add(row["Name project"]);
            }
            table.Clear();
            table = GetRequestSQLTable($"SELECT id, `Name project` FROM AllProject WHERE target_tb =
1");
            if (table.Rows.Count > 0)
            {
                id_project_target = "TaskProject" + table.Rows[0]["id"];
                TargetProject.Text = table.Rows[0]["Name project"].ToString();
            }
        }
    }
    else

```

```

{
    db.CreateDB();
    bool risksTableExists = db.CheckTableExistence("Risks");
    bool allProjectTableExists = db.CheckTableExistence("AllProject");
    bool influenceFactorTableExists = db.CheckTableExistence("InfluenceFactor");
    if (!influenceFactorTableExists)
    {
        string columns = "( id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, NameFactor VARCHAR(300)
CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci, Type VARCHAR(200) CHARACTER SET utf8mb4
COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci, Classification VARCHAR(200) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE
utf8mb4_0900_ai_ci, value VARCHAR(20) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci)";
        db.CreateTable("InfluenceFactor", columns);
    }
    if (!risksTableExists)
    {
        string columns = "( id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, idName INT, Name VARCHAR(400)
CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci, interest INT, factor INT, FOREIGN KEY (factor)
REFERENCES InfluenceFactor(id))";
        db.CreateTable("Risks", columns);
    }
    if (allProjectTableExists)
    {
        string columns = "( id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, `Name project` VARCHAR(300) NOT
NULL, status VARCHAR(200) NOT NULL, timecreate VARCHAR(200) NOT NULL, " +
            "startcreate DATE DEFAULT NULL, endcreate DATE DEFAULT NULL, target_tb INT NULL)
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci";
        db.CreateTable("AllProject", columns);
    }
}
}
private void RoundCorners(Control[] control, int radius)
{
    GraphicsPath path = new GraphicsPath();
    foreach (Control item in control)
    {
        Rectangle bounds = item.ClientRectangle;

        // Додаємо закруглені прямокутники на всіх чотирьох сторонах
        path.AddArc(bounds.X, bounds.Y, radius * 2, radius * 2, 180, 90); // верхній лівий кут
        path.AddArc(bounds.Right - radius * 2, bounds.Y, radius * 2, radius * 2, 270, 90); // верхній
правий кут
        path.AddArc(bounds.Right - radius * 2, bounds.Bottom - radius * 2, radius * 2, radius * 2, 0, 90); //
нижній правий кут
        path.AddArc(bounds.X, bounds.Bottom - radius * 2, radius * 2, radius * 2, 90, 90); // нижній лівий
кут

        path.CloseFigure();

        // Встановлюємо створений шлях як область для панелі
        item.Region = new Region(path);
    }
}
private void Clear_Value(TextBox[] InputFields, ComboBox[] InputCombox, DateTimePicker[] Label,
CheckedListBox[] ListBox)
{
    foreach (var panel in InputFields)
    {

```

```

        panel.Text = string.Empty;
    }
    foreach (var panel in InputCombox)
    {
        panel.Text = string.Empty;
    }
    foreach (var panel in Label)
    {
        panel.Text = string.Empty;
    }

    foreach (var panel in ListBox)
    {
        for (int i = 0; i < panel.Items.Count; i++)
        {
            panel.SetItemChecked(i, false);
        }
    }
}

private void ShowNextPanel(string name)
{
    Panel[] panelsToHide = {
        RiskPanel,
        NewTaskDB,
        NewLogRisk,
        NoneProject,
        NewProjectDB,
        TaskPanelView,
        FaktorViewAll,
        ProjectPanelView,
        NewFactorPanel
    };
    foreach (var panel in panelsToHide)
    {
        if (panel.Name == name)
        {
            panel.Show();
        }
        else
        {
            panel.Hide();
        }
    }
}

```

```

private bool GetRequestExecutionSQL(string SQL, string ButtonName, int HideColumns, Panel
TargetPanel, int StartIndex)
{
    DB dB = new DB();
    if (dB.openConnection() == true)
    {
        DataTable table = new DataTable();
        MySqlDataAdapter adapter = new MySqlDataAdapter();
        MySqlCommand command = new MySqlCommand(SQL, dB.GetConnection());
        adapter.SelectCommand = command;
        adapter.Fill(table);
    }
}

```

```

if (table.Rows.Count > 0)
{
    for (int i = 0; i < table.Rows.Count; i++)
    {
        int localindex = 0;
        int.TryParse(table.Rows[i][0].ToString(), out localindex);
        for (int j = StartIndex; j < table.Columns.Count - HideColumns; j++)
        {
            Label myLabel = new Label();
            myLabel.Name = "TableDB" + i.ToString();
            myLabel.Text = table.Rows[i][j].ToString();
            myLabel.Location = new System.Drawing.Point(10 + ((j - 1) * ((FaktorViewAll.Width - 80) /
(table.Columns.Count - HideColumns - StartIndex))), 10 + (i * 40));
            myLabel.Anchor = AnchorStyles.Left | AnchorStyles.Top;
            myLabel.Size = new System.Drawing.Size((FaktorViewAll.Width - 80) / (table.Columns.Count
- HideColumns - StartIndex), 40);
            myLabel.AutoEllipsis = true; // Включаємо автоматичне додавання крапок у кінці
довгого тексту

            myLabel.ForeColor = Color.FromArgb(49, 78, 133);
            myLabel.Font = new System.Drawing.Font("Arial", 8);
            TargetPanel.Controls.Add(myLabel);

        }
        Button button = new Button();
        button.Name = ButtonName + i.ToString();
        button.Size = new System.Drawing.Size(30, 30);
        button.Text = "";
        button.Image = Properties.Resources.fi_rs_pencil;
        button.Anchor = AnchorStyles.Right;
        button.Location = new System.Drawing.Point(FaktorViewAll.Width - 70, 10 + (i * 40));
        button.Click += (sender, e) => { EditData(sender, e, localindex); };
        TargetPanel.Controls.Add(button);
        button = new Button();
        button.Name = ButtonName + i.ToString();
        button.Size = new System.Drawing.Size(30, 30);
        button.Text = "";
        button.Image = Properties.Resources.fi_rs_trash;
        button.Anchor = AnchorStyles.Right;
        button.Location = new System.Drawing.Point(FaktorViewAll.Width - 35, 10 + (i * 40));
        button.Click += (sender, e) => { DeleteSQLRequest(sender, e, localindex); };
        TargetPanel.Controls.Add(button);
    }
    dB.closeConnection();
    return true;
}
else
{
    {
        return false;
    }
}
else
{
    {
        return false;
    }
}
}

```

```

private void DeletSQLRequest(object sender, EventArgs e, int indexx)
{
    if (MessageBox.Show("Точно хочете видалити запис з БД?", "Підтвердження",
        MessageBoxButtons.YesNo) == DialogResult.Yes)
    {
        Control control = sender as Control;
        if (control.Name.Contains("Factoredit")) { nametable = "InfluenceFactor"; }
        else if (control.Name.Contains("Projectedit")) { nametable = "AllProject"; }
        else if (control.Name.Contains("TaskPaneedit")) { nametable = id_project_target; }
        else if (control.Name.Contains("Riskedit")) { nametable = "Risks"; }
        DataTable table = new DataTable();
        if (nametable == "InfluenceFactor")
        {
            table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM `Risks` WHERE factor = {indexx}");
            foreach (DataRow row in table.Rows)
            {
                DataTable buffer = GetRequestSQLTable($"DELETE FROM `{id_project_target}` WHERE Risk = {row["id"]}");
            }
            table.Clear();
            table = GetRequestSQLTable($"DELETE FROM `Risks` WHERE factor = {indexx}");
            table.Clear();
            table = GetRequestSQLTable($"DELETE FROM `{nametable}` WHERE id = '{indexx}'");
            FaktorView(sender, e);
        }
        else if (nametable == "AllProject")
        {
            table = GetRequestSQLTable($"DELETE FROM `{nametable}` WHERE id = '{indexx}'");
            table = GetRequestSQLTable($"DROP TABLE `{id_project_target}`");
            id_project_target = "";
            TargetProject.Text = "";
            ProjectView(sender, e);
        }
        else if (nametable == id_project_target)
        {
            table = GetRequestSQLTable($"DELETE FROM `{nametable}` WHERE idName = '{indexx}'");
            taskbutton_Click(sender, e);
        }
        else if (nametable == "Risks")
        {
            table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM `Risks` WHERE idName = {indexx}");
            foreach (DataRow row in table.Rows)
            {
                DataTable buffer = GetRequestSQLTable($"DELETE FROM `{id_project_target}` WHERE Risk = {row["id"]}");
            }
            table.Clear();
            table = GetRequestSQLTable($"DELETE FROM `{nametable}` WHERE idName = '{indexx}'");
            button11_Click(sender, e);
        }
    }
}

```

```

private DataTable GetRequestSQLTable(string Sql)

```



```

{
    try
    {
        DB dB = new DB();
        if (dB.openConnection() == true)
        {
            DataTable table = new DataTable();
            MySqlDataAdapter adapter = new MySqlDataAdapter();
            MySqlCommand command = new MySqlCommand(Sql, dB.GetConnection());
            adapter.SelectCommand = command;
            adapter.Fill(table);
            dB.closeConnection();
            return table;
        }
        else
        {
            return null;
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        //MessageBox.Show(ex.Message);
        return null;
    }
}

private void SetValueDB(string SQL, string[] FieldName, MySqlDbType[] TypeDate, string[] EnteredData,
int StartIndex)
{
    DB dB = new DB();
    if (dB.openConnection() == true)
    {
        DataTable table = new DataTable();
        MySqlDataAdapter adapter = new MySqlDataAdapter();
        MySqlCommand command = new MySqlCommand(SQL, dB.GetConnection());
        for (int i = 0; i < FieldName.Length; i++)
        {
            if (TypeDate[i] != MySqlDbType.Date)
            {
                command.Parameters.Add(FieldName[i], TypeDate[i]).Value = EnteredData[i];
            }
            else
            {
                string format = "dd.MM.yyyy H:mm:ss";
                CultureInfo provider = CultureInfo.InvariantCulture;
                command.Parameters.Add(FieldName[i], TypeDate[i]).Value =
DateTime.ParseExact(EnteredData[i], format, provider);
            }
        }
        adapter.SelectCommand = command;
        adapter.Fill(table);
        dB.closeConnection();
    }
}

private void ProjectView(object sender, EventArgs e)
{

```

```

        Risk_Click(sender, e);
        EditDB = false;
        NamePage.Text = "Проекти";
        PathLog.Text = "Сторінки/Проекти";
        FindLabelsByNamePattern("TableDB", ProjectVieww, "Projectedit");
        ControllerDB = GetRequestExecutionSQL("SELECT * FROM AllProject", "Projectedit", 1,
ProjectVieww, 1);
        if (!ControllerDB) { ShowNextPanel("NoneProject"); }
        else { ShowNextPanel("ProjectPanelView"); }
    }

    private void FindLabelsByNamePattern(string namePattern, Control container, string namebutton)
    {
        var foundControls = container.Controls.OfType<Control>()
            .Where(ctrl => ctrl.Name.StartsWith(namePattern) || ctrl.Name.StartsWith(namebutton))
            .ToList();
        foreach (var control in foundControls)
        {
            container.Controls.Remove(control);
        }
    }

    private void FaktorView(object sender, EventArgs e)
    {
        Clear_Value(new TextBox[] { NameFactor, ValueFactor }, new ComboBox[] { TypeFactor, Classific },
new DateTimePicker[] { }, new CheckedListBox[] { });
        EditDB = false;
        NamePage.Text = "Фактори впливу";
        PathLog.Text = "Сторінки/Фактор впливу";
        ShowNextPanel("FaktorViewAll");
        FindLabelsByNamePattern("TableDB", factorallview, "Factoredit");
        ControllerDB = GetRequestExecutionSQL("SELECT * FROM InfluenceFactor", "Factoredit", 0,
factorallview, 1);
    }

    private void EditData(object sender, EventArgs e, int indexx)
    {
        index = indexx;
        EditDB = true;
        Panel NextPanel = new Panel();
        Panel[] panelsToHide = {
            RiskPanel,
            NewTaskDB,
            NewLogRisk,
            NoneProject,
            NewProjectDB,
            TaskPanelView,
            FaktorViewAll,
            ProjectPanelView
        };
        foreach (var panel in panelsToHide)
        {
            if (panel.Visible && panel.Name == "FaktorViewAll") { NextPanel = NewFactorPanel; }
            else if (panel.Visible && panel.Name == "TaskPanelView") { NextPanel = NewTaskDB; }
            else if (panel.Visible && panel.Name == "RiskPanel") { NextPanel = NewLogRisk; }
            else if (panel.Visible && panel.Name == "ProjectPanelView") { NextPanel = NewProjectDB; }
        }
    }

```

```

}
ShowNextPanel(NextPanel.Name);
Control control = sender as Control;
if (control.Name.Contains("Factoredit")) { nametable = "InfluenceFactor"; }
else if (control.Name.Contains("Projectedit")) { nametable = "AllProject"; }
else if (control.Name.Contains("TaskPaneledit")) { nametable = id_project_target; }
else if (control.Name.Contains("Riskedit")) { nametable = "Risks"; }
DataTable table = new DataTable();
if (nametable == "InfluenceFactor" || nametable == "AllProject")
{
    table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM `{nametable}` WHERE id = '{index}'");
}
else
{
    table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM `{nametable}` WHERE idName = '{index}'");
}

if (table != null)
{
    if (nametable == "InfluenceFactor")
    {
        NameFactor.Text = table.Rows[0][1].ToString();
        TypeFactor.Text = table.Rows[0][2].ToString();
        Classific.Text = table.Rows[0][3].ToString();
        ValueFactor.Text = table.Rows[0][4].ToString();
    }
    else if (nametable == "AllProject")
    {
        DateLong.Text = table.Rows[0][3].ToString();
        NameProj.Text = table.Rows[0][1].ToString();
        StatusProj.Text = table.Rows[0][2].ToString();
        DateProjEnd.Text = table.Rows[0][5].ToString();
        DateProjStart.Text = table.Rows[0][4].ToString();
    }
    else if (nametable == id_project_target)
    {
        NameTask.Text = table.Rows[0][2].ToString();
        StatusTask.Text = table.Rows[0][3].ToString();
        progress.Text = table.Rows[0][4].ToString();

        DataTable buffer = table.Copy();
        table.Clear();
        table = GetRequestSQLTable("SELECT DISTINCT Name FROM Risks");
        DataTable table2 = GetRequestSQLTable("SELECT * FROM Risks");
        if (table != null)
        {
            RiskList.Items.Clear();
            for (int i = 0; i < table.Rows.Count; i++)
            {
                RiskList.Items.Add(table.Rows[i]["Name"]);
                for (int j = 0; j < buffer.Rows.Count; j++)
                {
                    for (int x = 0; x < table2.Rows.Count; x++)
                    {
                        if ((int)buffer.Rows[j][5] == (int)table2.Rows[x][0] && table2.Rows[x][2].ToString() ==
table.Rows[i]["Name"].ToString())

```



```

private void Clear_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (!EditDB)
    {
        Clear_Value(new TextBox[] { NameFactor, ValueFactor }, new ComboBox[] { TypeFactor, Classific },
new DateTimePicker[] { }, new CheckedListBox[] { });
    }
    else
    {
        DataTable table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM `{nametable}` WHERE id = '{index}'");
        if (table != null)
        {
            for (int i = 0; i < table.Rows.Count; i++)
            {
                if (nametable == "InfluenceFactor")
                {
                    NameFactor.Text = table.Rows[i][1].ToString();
                    TypeFactor.Text = table.Rows[i][2].ToString();
                    Classific.Text = table.Rows[i][3].ToString();
                    ValueFactor.Text = table.Rows[i][4].ToString();
                }
            }
        }
    }
}

```

```

private void taskbutton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ClearTask_Click(sender, e);
    if (id_project_target != "")
    {
        EditDB = false;
        NamePage.Text = "Задачі проєкту";
        PathLog.Text = "Сторінки/Задачі проєкту";
        ShowNextPanel("TaskPanelView");
        FindLabelsByNamePattern("TableDB", TaskView, "TaskPaneledit");
        DataTable table = GetRequestSQLTable("SELECT * FROM AllProject");
        if (table != null)
        {
            ControllerDB = GetRequestExecutionSQL($"@\"SELECT {id_project_target}.idName,
GROUP_CONCAT(DISTINCT NameTask ORDER BY NameTask ASC SEPARATOR ', ') AS
NameTasks,
GROUP_CONCAT(DISTINCT Status ORDER BY Status ASC SEPARATOR ', ') AS Statuses,
GROUP_CONCAT(DISTINCT Progress ORDER BY Progress ASC SEPARATOR ', ') AS Progresses,
GROUP_CONCAT(DISTINCT Risks.Name ORDER BY Risks.Name ASC SEPARATOR ', ') AS
RiskNames,
(
    SELECT GROUP_CONCAT(InfluenceFactor.NameFactor ORDER BY
InfluenceFactor.NameFactor ASC SEPARATOR ', ')
    FROM InfluenceFactor
    JOIN Risks ON InfluenceFactor.id = Risks.factor
    WHERE Risks.idName = Risks.idName
) AS InfluencingFactors,
AVG(Risks.interest) AS AvgInterest
FROM {id_project_target}

```

```

        JOIN Risks ON {id_project_target}.Risk = Risks.id
        GROUP BY {id_project_target}.idName, Risks.idName;",
        "TaskPaneledit", 0, TaskView, 1);
    }
}
else
{
    MessageBox.Show("Виберіть проєкт який ви хочете зараз редагувати у правому верхньому
кутку");
}
}
private void Save_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (NameFactor.Text == "" || TypeFactor.Text == "" || Classific.Text == "" ||
int.Parse(ValueFactor.Text) < 1 || int.Parse(ValueFactor.Text) > 10)
    {
        MessageBox.Show("Не введі дані в поля або введенні неправильний тип даних", "",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
    }
    else if (!EditDB)
    {
        SetValueDB("INSERT INTO InfluenceFactor (id, NameFactor, Type, Classification, value) VALUES
(NULL, @NameFactor, @TypeFactor, @Classific, @value);",
            new string[] { "@NameFactor", "@TypeFactor", "@Classific", "@value" },
            new MySqlDbType[] { MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar },
            new string[] { NameFactor.Text, TypeFactor.Text, Classific.Text, ValueFactor.Text }, 0);
        Clear_Value(new TextBox[] { NameFactor, ValueFactor }, new ComboBox[] { TypeFactor, Classific },
new DateTimePicker[] { }, new CheckedListBox[] { });
        NewEntry_Click( sender, e);
    }
    else
    {
        SetValueDB($"UPDATE InfluenceFactor SET NameFactor = @NameFactor, Type = @TypeFactor,
Classification = @Classific, value = @value WHERE InfluenceFactor.id = '{index}';",
            new string[] { "@NameFactor", "@TypeFactor", "@Classific", "@value" },
            new MySqlDbType[] { MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar },
            new string[] { NameFactor.Text, TypeFactor.Text, Classific.Text, ValueFactor.Text }, 0);
        Clear_Value(new TextBox[] { NameFactor, ValueFactor }, new ComboBox[] { TypeFactor, Classific },
new DateTimePicker[] { }, new CheckedListBox[] { });
    }
}

private void NewTaskProject_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ShowNextPanel("NewTaskDB");
    DataTable table = GetRequestSQLTable("SELECT DISTINCT Name FROM Risks;");
    if (table != null)
    {
        RiskList.Items.Clear();
        for (int i = 0; i < table.Rows.Count; i++)
        {
            RiskList.Items.Add(table.Rows[i]["Name"]);
        }
    }
}

```

```

    }
    }
}

private void ClearTask_Click(object sender, EventArgs e)
{
    FactorLabel.Text = "";
    Clear_Value(new TextBox[] { NameTask, StatusTask, progress }, new ComboBox[] { }, new
DateTimePicker[] { }, new CheckedListBox[] { RiskList });
}

private void NewProjectCreate_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ShowNextPanel("NewProjectDB");
}

private void button11_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Clear_Risk_Click(sender, e);
    EditDB = false;
    NamePage.Text = "Ризик";
    PathLog.Text = "Сторінки/Ризики";
    ShowNextPanel("RiskPanel");
    FindLabelsByNamePattern("TableDB", PanelRiskView, "Riskedit");
    ControllerDB = GetRequestExecutionSQL("SELECT GROUP_CONCAT(DISTINCT Risks.idName ORDER
BY Risks.idName ASC SEPARATOR ', ') AS idNames,Risks.Name," +
        "GROUP_CONCAT(DISTINCT InfluenceFactor.NameFactor ORDER BY InfluenceFactor.NameFactor
ASC SEPARATOR ', ') AS factorNames," +
        "GROUP_CONCAT(DISTINCT Risks.interest ORDER BY Risks.interest ASC SEPARATOR ', ') AS
interests " +
        "FROM Risks JOIN InfluenceFactor ON Risks.factor = InfluenceFactor.id GROUP BY Risks.Name",
    "Riskedit", 0, PanelRiskView, 1);
}

private void NewRisk_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ShowNextPanel("NewLogRisk");
    DataTable table = GetRequestSQLTable("SELECT * FROM InfluenceFactor");
    if (table != null)
    {
        FactorRisks.Items.Clear();
        for (int i = 0; i < table.Rows.Count; i++)
        {
            FactorRisks.Items.Add(table.Rows[i][1]);
        }
    }
}

private void Clear_Risk_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Clear_Value(new TextBox[] { NameRisk, InterestRisk }, new ComboBox[] { }, new DateTimePicker[] { },
new CheckedListBox[] { FactorRisks });
}

private (int, int) GetMonthsDifference(DateTime start, DateTime end)
{
    if (start > end)

```

```

    {
        DateTime temp = start;
        start = end;
        end = temp;
    }

    int yearDifference = end.Year - start.Year;
    int monthDifference = end.Month - start.Month;
    int dayDifference = end.Day - start.Day;

    if (dayDifference < 0)
    {
        monthDifference--;
        dayDifference += DateTime.DaysInMonth(start.Year, start.Month);
    }

    monthDifference += yearDifference * 12;
    return (monthDifference, dayDifference);
}

private void SaveNewProj_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (DateProjStart.ToString() == DateProjEnd.ToString() || NameProj.Text == "" || StatusProj.Text ==
    "")
    {
        MessageBox.Show("Дані в полях не було введенно або тривалість проєкта = 1 день \n змініть
дані", "", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);
    }
    else
    {
        string text;
        var (monthsDifference, daysDifference) = GetMonthsDifference(DateProjStart.Value,
DateProjEnd.Value);
        if (monthsDifference == 0) { text = "Тривалість проєкта " + daysDifference.ToString() + " днів"; }
        else { text = "Тривалість проєкта " + monthsDifference + " місяців та " + daysDifference.ToString()
+ " днів"; }
        DateTime startDate = DateTime.Parse(DateProjStart.Text);
        DateTime endDate = DateTime.Parse(DateProjEnd.Text);
        DataTable table = new DataTable();
        if (!EditDB)
        {
            SetValueDB("INSERT INTO AllProject (id, `Name project`, status,
timecreate,startcreate,endcreate) VALUES (NULL, @Name, @status, @time, @startcreate, @endcreate);",
                new string[] { "@Name", "@status", "@time", "@startcreate", "@endcreate" },
                new MySqlDbType[] { MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.Date, MySqlDbType.Date },
                new string[] { NameProj.Text, StatusProj.Text, text, startDate.ToString(),
endDate.ToString() }, 0);

            table = GetRequestSQLTable("SELECT MAX(id) FROM AllProject");
            DB db = new DB();
            db.CreateTable(" TaskProject" + table.Rows[0][0].ToString(), " ( id INT AUTO_INCREMENT
PRIMARY KEY," +
                "idName INT,NameTask VARCHAR(400) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE
utf8mb4_0900_ai_ci," +

```



```

        "Status VARCHAR(200) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_0900_ai_ci,Progress
INT,Risk INT," +
        "FOREIGN KEY (Risk) REFERENCES Risks(id));");
    }
    else
    {
        SetValueDB($"UPDATE AllProject SET `Name project` = @Name, status = @status, timecreate =
@timecreate, startcreate = @startcreate, endcreate = @endcreate WHERE AllProject.id = '{index}';",
            new string[] { "@Name", "@status", "@timecreate", "@startcreate", "@endcreate" },
            new MySqlDbType[] { MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.Date, MySqlDbType.Date },
            new string[] { NameProj.Text, StatusProj.Text, text, startDate.ToString(),
endDate.ToString() }, 0);
    }
    TargetProject.Items.Clear();
    table.Clear();
    table = GetRequestSQLTable("SELECT `Name project` FROM AllProject");
    foreach (DataRow row in table.Rows)
    {
        TargetProject.Items.Add(row["Name project"]);
    }
    Clear_Value(new TextBox[] { NameProj, StatusProj }, new ComboBox[] { }, new DateTimePicker[] {
DateProjStart }, new CheckedListBox[] { });
}
}

private void NewDBTask_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (NameTask.Text == "" || StatusTask.Text == "" || int.Parse(progress.Text) < 1 ||
int.Parse(progress.Text) > 100)
    {
        MessageBox.Show("Допущена помилка вводу даних, перегляньте чи правильний тип даних ви
ввели в поля", "", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
    }
    else if (RiskList.CheckedItems.Count == 0)
    {
        MessageBox.Show("Виберіть ризки які впливають на завдання", "", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error);
    }
    else if (!EditDB)
    {
        DataTable table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM {id_project_target}");
        int index_next_task = 0;
        if (table.Rows.Count > 0)
        {
            index_next_task = int.Parse(table.Rows[0]["id"].ToString()) + 1;
        }
        foreach (var item in RiskList.CheckedItems)
        {
            table.Clear();
            table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM Risks WHERE Name = '{item}'");
            if (table.Rows.Count > 0)
            {
                SetValueDB($"INSERT INTO {id_project_target} (id, idName, NameTask, Status, Progress, Risk)
VALUES (NULL, @idName, @NameTask, @Status, @Progress, @Risk);",
                    new string[] { "@idName", "@NameTask", "@Status", "@Progress", "@Risk" },

```

```

        new MySqlDbType[] { MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.Int32 },
        new string[] { index_next_task.ToString(), NameTask.Text, StatusTask.Text,
progress.Text, table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
    }
}
Clear_Value(new TextBox[] { NameTask, StatusTask, progress }, new ComboBox[] { }, new
DateTimePicker[] { }, new CheckedListBox[] { FactorRisks, RiskList });
}
else
{
    DataTable table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM {id_project_target} WHERE idName =
'{index}'");
    DataTable buffer = table.Copy();
    foreach (var item in RiskList.Items)
    {
        // Отримання поточного елемента
        bool isChecked = RiskList.GetItemChecked(RiskList.Items.IndexOf(item));

        // Перевірка, чи є елемент в buffer
        bool existsInBuffer = false;
        foreach (DataRow row in buffer.Rows)
        {
            table.Clear();
            table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM Risks WHERE Name = '{item.ToString()}'");
            if (row["Risk"].ToString() == table.Rows[0][0].ToString())
            {
                index_buff = int.Parse(row["id"].ToString());
                existsInBuffer = true;
                break;
            }
        }

        if (isChecked)
        {
            if (existsInBuffer)
            {
                table.Clear();
                table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM Risks WHERE Name = '{item.ToString()}'");
                SetValueDB($"UPDATE {id_project_target} SET NameTask = @NameTask, Status = @Status,
Progress = @Progress, Risk = @Risk WHERE {id_project_target}.id = {index_buff};",
                new string[] { "@id", "@NameTask", "@Status", "@Progress", "@Risk" },
                new MySqlDbType[] { MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.Int32 },
                new string[] { id_project_target.ToString(), NameTask.Text, StatusTask.Text,
progress.Text, table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
            }
            else
            {
                table.Clear();
                table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM Risks WHERE Name = '{item.ToString()}'");
                SetValueDB($"INSERT INTO {id_project_target} ( idName, NameTask, Status, Progress, Risk)
VALUES (NULL, @idName, @NameTask, @Status, @Progress, @Risk);",
                new string[] { "@idName", "@NameTask", "@Status", "@Progress", "@Risk" },
                new MySqlDbType[] { MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.Int32 },

```

```

        new string[] { index.ToString(), NameTask.Text, StatusTask.Text, progress.Text,
table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
    }
}
else
{
    if (existsInBuffer)
    {
        table.Clear();
        table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM Risks WHERE Name = '{item.ToString()}'");
        SetValueDB($"DELETE FROM {id_project_target} WHERE idName = @idName AND Risk =
@Risk;",
            new string[] { "@idName", "@Risk" },
            new MySqlDbType[] { MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.Int32 },
            new string[] { index.ToString(), table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
    }
}
}

Clear_Value(new TextBox[] { NameTask, StatusTask, progress }, new ComboBox[] { }, new
DateTimePicker[] { }, new CheckedListBox[] { FactorRisks, RiskList });

}
}

private void SaveNewRisk_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (NameRisk.Text == "" || InterestRisk.Text == "")
    {
        MessageBox.Show("Введіть текст в усі поля", "", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
    }
    else if (!EditDB)
    {
        DataTable table = GetRequestSQLTable("SELECT MAX(id) FROM Risks");
        int index_next_task = 0;
        if (table.Rows.Count > 0 && table.Rows[0][0] != DBNull.Value)
        {
            index_next_task = int.Parse(table.Rows[0][0].ToString()) + 1;
        }
        foreach (var item in FactorRisks.CheckedItems)
        {
            table.Clear();
            table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM InfluenceFactor WHERE NameFactor = '{item}'");
            SetValueDB("INSERT INTO Risks (id, idName, Name, interest, factor) VALUES (NULL, @idName,
@Name, @interest, @factor);",
                new string[] { "@idName", "@Name", "@interest", "@factor" },
                new MySqlDbType[] { MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar,
MySqlDbType.VarChar },
                new string[] { index_next_task.ToString(), NameRisk.Text, InterestRisk.Text,
table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
        }
        Clear_Value(new TextBox[] { NameRisk, InterestRisk }, new ComboBox[] { }, new DateTimePicker[]
{ }, new CheckedListBox[] { FactorRisks });
    }
    else
    {

```

```

        DataTable table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM Risks WHERE idName = '{index}'");
        DataTable buffer = table.Copy();
        foreach (var item in FactorRisks.Items)
        {
            bool isChecked = FactorRisks.GetItemChecked(FactorRisks.Items.IndexOf(item));
            bool existsInBuffer = false;
            foreach (DataRow row in buffer.Rows)
            {
                table.Clear();
                table = GetRequestSQLTable($"SELECT * FROM InfluenceFactor WHERE NameFactor = '{item.ToString()}'");
                if (row["factor"].ToString() == table.Rows[0][0].ToString())
                {
                    index_buff = int.Parse(row["id"].ToString());
                    existsInBuffer = true;
                    break;
                }
            }

            if (isChecked)
            {
                if (existsInBuffer)
                {
                    table.Clear();
                    table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM InfluenceFactor WHERE NameFactor = '{item.ToString()}'");
                    SetValueDB($"UPDATE Risks SET idName = @idName, Name = @Name, interest = @interest, factor = @factor WHERE Risks.id = '{index_buff}';",
                        new string[] { "@idName", "@Name", "@interest", "@factor" },
                        new MySqlDbType[] { MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.VarChar,
                            MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar },
                        new string[] { index.ToString(), NameRisk.Text, InterestRisk.Text,
                            table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
                }
                else
                {
                    table.Clear();
                    table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM InfluenceFactor WHERE NameFactor = '{item.ToString()}'");
                    SetValueDB($"INSERT INTO Risks (id, idName, Name, interest, factor) VALUES (NULL, @idName, @Name, @interest, @factor);",
                        new string[] { "@idName", "@Name", "@interest", "@factor" },
                        new MySqlDbType[] { MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.VarChar,
                            MySqlDbType.VarChar, MySqlDbType.VarChar },
                        new string[] { index.ToString(), NameRisk.Text, InterestRisk.Text,
                            table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
                }
            }
            else
            {
                if (existsInBuffer)
                {
                    table.Clear();
                    table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM InfluenceFactor WHERE NameFactor = '{item.ToString()}'");
                    SetValueDB($"DELETE FROM Risks WHERE idName = @idName AND factor = @factor;",

```

```

        new string[] { "@idName", "@factor" },
        new MySqlDbType[] { MySqlDbType.Int32, MySqlDbType.Int32 },
        new string[] { index.ToString(), table.Rows[0]["id"].ToString() }, 0);
    }
}
}
Clear_Value(new TextBox[] { NameRisk, InterestRisk }, new ComboBox[] { }, new DateTimePicker[]
{ }, new CheckedListBox[] { FactorRisks });
}
}

private void DateProjStart_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
{
    var (monthsDifference, daysDifference) = GetMonthsDifference(DateProjStart.Value,
DateProjEnd.Value);
    if (monthsDifference == 0)
    {
        DateLong.Text = "Тривалість проєкта " + daysDifference.ToString() + " днів";
    }
    else
    {
        DateLong.Text = "Тривалість проєкта " + monthsDifference + " місяців та " +
daysDifference.ToString() + " днів";
    }
}

private void Risk_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Clear_Value(new TextBox[] { NameProj, StatusProj }, new ComboBox[] { }, new DateTimePicker[] { },
new CheckedListBox[] { });
}

private void TargetProject_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
{
    DataTable table = GetRequestSQLTable($"SELECT id FROM AllProject WHERE `Name project` =
'{TargetProject.Text}'");
    if (table.Rows.Count > 0)
    {
        id_project_target = "TaskProject" + table.Rows[0]["id"];
        table = GetRequestSQLTable("UPDATE AllProject SET target_tb = NULL;");
        table = GetRequestSQLTable($"UPDATE AllProject SET target_tb = 1 WHERE `Name project` =
'{TargetProject.Text}'");
    }
    if (TaskPanelView.Visible)
    {
        taskbutton_Click(sender, e);
    }
}

private void RiskList_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
{
    DataTable table = GetRequestSQLTable("SELECT Risks.Name AS RiskName, " +
"GROUP_CONCAT(DISTINCT InfluenceFactor.NameFactor ORDER BY InfluenceFactor.NameFactor
ASC SEPARATOR ',') AS InfluencingFactors " +
"FROM Risks JOIN InfluenceFactor ON Risks.factor = InfluenceFactor.id GROUP BY Risks.Name;");
    FactorLabel.Text = "";
}

```

```
foreach (DataRow row in table.Rows)
{
    foreach (var item in RiskList.CheckedItems)
    {
        if (item.ToString() == row["RiskName"].ToString())
        {
            FactorLabel.Text += row["InfluencingFactors"].ToString() + " , ";
        }
    }
}
}
```



Затверджую  
Директор ТОВ "АНДЕРСЕНЛАБ"  
Олег АЛЕСІН  
«03» лютого 2025

**АКТ**  
**про впровадження результатів дисертаційної роботи**  
**«ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ**  
**ПРОЄКТІВ В УМОВАХ SCRUM»**  
**Прокопенко Валентина Андрійовича**

Динамічна зміна подій та розвиток науки і техніки при високому рівні стратегічної активності вимагає застосування нових підходів до управління проектами, що забезпечить проектному менеджеру можливості врахування складних факторів та впливів зовнішнього середовища, а також забезпечують належне функціонування і взаємодію. Для підвищення ефективності управління проектами важливого значення набувають процеси пов'язані з управлінням ризиками: врахування ризиків, ризикових подій, оцінювання ризиків, дослідження умов та причин виникнення ризикових подій, розробка заходів зниження ймовірності ризику, уникнення настання ризику або зменшення витрат в результаті настання ризику.

Тому першочергового значення в проектному менеджменті компанії набуває пошук найбільш раціональних варіантів проектних та управлінських рішень шляхом розробки методів та моделей управління ризиками проектів в умовах Scrum на основі комбінованого поєднання різних методів та підходів, що на сьогоднішній день є актуальною науково-практичною задачею.

Даним актом підтверджуємо, що запропоновані Прокопенко В.А. методи та моделі управління ризиками проектів в умовах Scrum, що складають інформаційну технологію, були застосовані при реалізації проектів, що виконувались на протязі 2023 та 2024 рр., а саме:

- модель управління ризиками проектів в умовах Scrum у вигляді нечіткої когнітивної карти;
- комплексний метод ситуаційного управління ризиками проектів, що надає можливість динамічного прийняття управлінських рішень в режимі реального часу для підвищення ефективності проектів в умовах Scrum.

Застосування інформаційної технології управління ризиками проектів в умовах Scrum сприяло підвищенню ефективності виконання проектів за рахунок уникнення перевитрати ресурсів та часу на 5 – 8%.

Директор ТОВ "АНДЕРСЕНЛАБ"



Олег АЛЕСІН



Затверджую  
Ректор Черкаського державного  
технологічного університету



2025

**АКТ**  
**про впровадження результатів дисертаційної роботи**  
**«ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ**  
**ПРОЄКТІВ В УМОВАХ SCRUM» Прокопенко Валентина Андрійовича**  
**в навчальний процес кафедри інформаційних технологій проєктування**  
**Черкаського державного технологічного університету**

Комісія у складі: к.т.н., доцент Ланських Євген Володимирович, к.т.н. Катаєв Дмитро Сергійович, доктор філософії (PhD) Рудницька Юлія Володимирівна, розглянувши матеріали дисертаційного дослідження Прокопенко Валентина Андрійовича, постановила наступне.

При підготовці магістрів за ОП «IT Project Management» спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» в курсі лекцій дисциплін «Creative technologies IT Project Management», «Інформаційні технології IT Project Management», «Методології створення інформаційних систем» використовуються результати дисертаційного дослідження, а саме:

- модель ситуаційного управління ризиками проєктів в умовах Scrum у вигляді нечіткого ситуаційного графу, що забезпечує вибір стратегії, яка сприятиме виходу з ризикової ситуації;
- комплексний метод ситуаційного управління ризиками проєктів, що надасть можливість динамічного прийняття управлінських рішень в режимі реального часу для підвищення ефективності проєктів в умовах Scrum;
- метод управління ризиками проєктів в умовах Scrum на основі когнітивного підходу, що сприятиме систематизації, моніторингу та контролю ризиків з мінімальним впливом людського фактору в умовах складних, кризових обставин для підвищення ефективності проєктів в умовах Scrum.

Доцент кафедр ІТП

к.т.н., доцент

Ст. викладач кафедр ІТП

к.т.н.

Ст. викладач кафедр ІТП

PhD

Євген ЛАНСЬКИХ

Дмитро КАТАЄВ

Юлія РУДНИЦЬКА