

УДК 004.42:005.8

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.2.16>

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СКЛАДНОГО ІТ-ПРОЄКТУ

Путій І. Д. – аспірант кафедри штучного інтелекту та аналізу даних
Національного університету «Одеська політехніка»
ORCID ID: 0009-0008-1111-4413

Тесленко П. О. – кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри штучного інтелекту та аналізу даних
Національного університету «Одеська політехніка»
ORCID ID: 0000-0001-6564-6185

В статті розглянуто створення концептуальної моделі для управління складним ІТ-проєктом із науково-дослідною та дослідно-конструкторською складовою (НДДКР). Концептуальна модель представлена як абстрактне уявлення системи, що дозволяє ідентифікувати її ключові компоненти, визначити взаємозв'язки між ними, знизити рівень невизначеності та підвищити ефективність управління. Особливу увагу приділено специфіці реалізації ІТ-проєктів в яких складність пов'язана виключно з реалізацією проєкту, наукові проєкти в яких дослідження покладено до їх мети в статті не розглядаються. Результати наукових досліджень у складних ІТ-проєктах з НДДКР необхідні для зменшення невизначеності та подолання складності під час реалізації проєкту. В моделі передбачено інтеграцію PoC, Spikes, прототипування, навчання команди та дослідно-конструкторських розробок як інструментів зменшення ризиків складності. Окремий акцент зроблено на процедурі рефакторингу – гнучкого інструмента перегляду й оптимізації структури проєкту без зміни його цілей. Рефакторинг застосовано до процесів управління, архітектури, методів розробки та комунікації. Це дозволяє адаптувати проєкт до нових результатів досліджень, змін вимог та зовнішніх факторів. Модель містить етапи ініціації, аналізу вимог, формування команди, перевірки реалізованості, управління невизначеністю, досліджень та формування архітектурного рішення. В результаті запропоновано формалізовану структуру у вигляді концептуальної моделі, яка забезпечує науково обґрунтований підхід до планування, прийняття рішень та оцінки готовності ІТ-проєкту до наступних етапів. Модель сприяє зменшенню ризиків, підвищенню гнучкості та успішному перетворенню результатів наукових досліджень та дослідно-конструкторських розробок у практичні технічні рішення продукту ІТ-проєкту.

Ключові слова: складний ІТ-проєкт, Spikes, концептуальна модель, ризики складності, наукові дослідження та дослідно-конструкторські розробки, рефакторинг.

Putii I. D., Teslenko P. O. Conceptual model of a complex IT project

The article considers the creation of a conceptual model for managing a complex IT project with a research and development component (R&D). The conceptual model is presented as an abstract representation of the system, which allows identifying its key components, determining the relationships between them, reducing the level of uncertainty and increasing the efficiency of management. Particular attention is paid to the specifics of implementing IT projects in which complexity is associated exclusively with the implementation of the project. scientific projects in which research is assigned to their goal are not considered in the article. The results of scientific research in complex IT projects with R&D are necessary to reduce uncertainty and overcome complexity during project implementation. The model provides for the integration of PoC, Spikes, prototyping, team training and R&D as tools for reducing the risks of complexity. A special emphasis is placed on the refactoring procedure – a flexible tool for reviewing and optimizing the project structure without changing its goals. Refactoring is applied to management processes, architecture, development methods and communications. This allows the project to adapt to new research results, changes in requirements and external factors. The model includes the stages of initiation, requirements analysis, team formation, feasibility testing, uncertainty management, research and architectural solution formation. As a result, a formalized structure is proposed that provides a scientifically sound approach to planning, decision-making and assessment of the readiness of the IT project for the next stages. The model helps reduce

risks, increase flexibility and successfully transform the results of scientific research and R&D into practical technical solutions for the IT project product.

Key words: *complex IT project, Spikes, conceptual model, complexity risks, scientific research and development, refactoring procedure.*

Повтановка проблеми. Концептуальна модель – це абстрактне уявлення системи або процесу, що відображає основні компоненти та взаємозв'язки між ними, допомагає виявити та зрозуміти сутність явища та його подальший розвиток. Термін «концептуальна» походить від латинського «conceptio», що означає «зачаття», «поняття» або «система», підкреслює ідею формування загального уявлення про об'єкт або явище.

В нашому випадку, результатом концептуального моделювання складного ІТ-проекту з НДДКР є формалізована структура управління, що визначає ключові компоненти, їх взаємозв'язки та процеси реалізації за методологією управління проектами [1]. Це дозволить оптимізувати ресурсне планування, розподілити ролі та зони відповідальності між учасниками проекту, встановити механізми прийняття рішень та впровадити процедуру оцінки готовності проекту до наступних етапів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В технічних науках концептуальна модель використовується для формалізації системних уявлень, що допомагає виявити ключові елементи та їх взаємодію. Наприклад, у статті «Концептуальна модель бази даних збірки М. Номиса 'Українські приказки, прислів'я і таке інше'» автори І. М. Кульчицький та Н. Б. Осідач описують процес створення концептуальної моделі для лексикографічної бази даних, що сприяє збереженню культурної спадщини України [2].

Застосування концептуальних моделей у проектуванні та управлінні організаційно-технічними системами дозволяє визначити структуру системи, взаємозв'язки між її компонентами та основні функції. Це сприяє ефективному плануванню, розробці та впровадженню систем, забезпечує узгодженість між етапами проекту та комунікацію між його учасниками [3]. В управлінні проектами концептуальна модель має достатньо широке використання від організації проектного офісу, формування ризиків стейкхолдерів, опису портфельного управління до елементів цифрового суспільства [4–9].

Метою дослідження є розробка інструментів для зменшення невизначеності при плануванні та реалізації ІТ-проекту, розробка продукту якого вимагатиме проведення наукових досліджень та дослідно-конструкторських розробок.

Виклад основного матеріалу. Проблема, для вирішення якої розробляється концептуальна модель є невизначеність під час розробки продукту проекту. Концептуальна модель, як такий інструмент, має зменшити цю невизначеність шляхом виявлення точок ризиків складності та їх мінімізації через застосування Spikes, наукових досліджень, PoC, дослідно-конструкторських розробок згенерованих рішень, прототипування та інших методів. Вона забезпечує логічну інтеграцію наукових досліджень у процес розробки, сприяє швидкому адаптуванню проекту до змінних умов і дозволяє ефективно трансформувати результати НДДКР у робочі технічні рішення [10].

Наявність в проекті науково-дослідної складової унеможливило б заздалегідь планувати остаточну структуру проекту, тому що її елементи будуть залежати від результатів дослідження, випробувань, тощо. Крім того, існує варіант, коли вже затверджену структуру проекту у зв'язку з результатами поточних досліджень. Це вимагатиме у загальній структурі управління проектом процедуру перепроєктування, для якої вирішено використовувати термін «рефакторинг».

Термін «рефакторинг» застосований з ІТ галузі, де він означає процес покращення внутрішньої структури коду без зміни його зовнішньої поведінки. Це метод оптимізації, який робить програму більш читабельною, ефективною та підтримуваною, але без додавання нового функціоналу [11].

До методів рефакторингу відносять:

– заміну довгих методів на менші функції, так званий «чистий код» з принципом DRY;

- перейменування змінних і класів для покращення читабельності;
- виділення повторюваних блоків у загальні модулі;
- перехід від монолітної архітектури до модульної або мікросервісної.

Таким чином, рефакторинг – це процес безперервного покращення якості коду, який робить його простішим у розумінні та супроводі. Він є важливою частиною розробки, особливо в довготривалих ІТ-проєктах.

Рефакторинг в управлінні ІТ-проєктом може бути інтерпретований як процес перегляду, оптимізації або покращення процесів, архітектури, методів управління та розробки без зміни функціональності проєкту. Це аналогічно технічному рефакторингу коду [11], коли структура покращується для більшої ефективності, але зовнішня поведінка залишається незмінною. Процедура рефакторингу вже набула широкого застосування до управління базами даних [12], або проведення судових експертиз (експертних досліджень) [13], тощо.

Рефакторинг до системи управління проєктами необхідний для корегування системи під час проведення наукових досліджень, випробувань прийнятих рішень та тестування прототипів. Рефакторинг включатиме:

- оновлення методології управління (наприклад, перехід з Waterfall на Agile через зміни у вимогах, або за результатами досліджень);
- оптимізацію робочих процесів команди (перерозподіл ролей, зміна структури спринтів, навчання, перевірка технологій розробки);
- поліпшення архітектури проєкту (перехід на мікросервісну архітектуру для масштабованості, проведення додаткових досліджень, проведення перевірки обраних рішень);
- автоматизацію процесів розгортання (впровадження CI/CD);
- покращення комунікацій між різними підрозділами команди, стейкхолдерів, замовників, тощо.

Отримана модель зробить управління проєктом прогнозованим, гнучким і науково обґрунтованим, що важливо для складних інноваційних ІТ-розробок.

В результаті досліджень була запропонована така структура концептуальної моделі (рис. 1).

Концептуальна модель управління складним ІТ-проєктом з НДДКР [14] складається з таких елементів. Першим елементом моделі є класична «ініціація». Завершується модель елементом «Розробка ІТ-продукту». Тобто модель містить елементи, що пов'язані із ідентифікацією та управлінням невизначеністю, що пов'язана зі складністю, проведенням наукових досліджень для її подолання, та дослідно-конструкторських розробок для перевірки отриманих результатів перед передачею їх у розробку. Далі розробка здійснюється за методологією управління ІТ-проєктами яка буде оптимальною для конкретного проєкту і цей етап розробки не входить до концептуальної моделі [10].

Ініціація проєкту передбачає визначення стратегічної мети та ключових цілей проєкту, окреслення стейкхолдерів та їхніх очікувань, попередній аналіз бізнес-вимог.

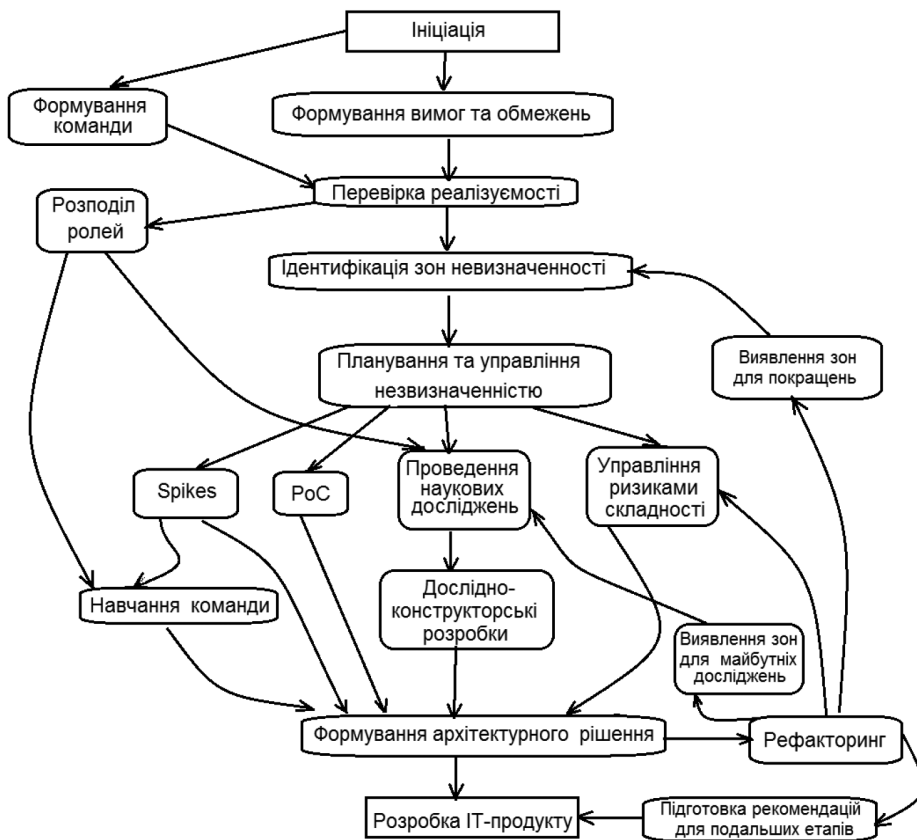


Рис. 1. Концептуальна модель управління складним ІТ-проектом з НДДКР

Формування вимог та обмежень уключає збір функціональних та нефункціональних вимог, оцінку технологічних, ресурсних та часових обмежень, ідентифікацію критичних факторів успіху проекту.

Формування команди уключає створення команди управління, розробки та дослідницької групи. Визначення їх ключових виконавців та обов'язків. Перевірка реалізуємості проекту уключає аналіз наявних та доступних технологій, методів розробки. Оцінку компетенцій команди та потреба у її навчанні. Визначення необхідності проведення науково-дослідницьких робіт. По завершенні виконується розподіл ролей і розробка комунікаційної стратегії та ідентифікація зон невизначеності, планування та управління ними.

Для управління невизначеністю в роботі запропоновано використовувати наступні підходи:

1. Управління ризиками складності. Як було зазначено у першому розділі в роботі розглядається складність реалізації проекту.
2. Проведення наукових досліджень.
3. Застосування PoC.
4. Spikes.

PoC (Proof of Concept) – це метод експериментальної перевірки концепції, яка дозволяє довести технічну реалізованість функціоналу перед повноцінною

розробкою. Щоб довести, що функціонал можна реалізувати, необхідно створити тестовий сценарій із мінімальним набором можливостей, що імітує ключові процеси майбутньої системи. Це допомагає оцінити можливі технічні обмеження та вибрати оптимальну архітектуру. Для перевірки працездатності обраної технології в реальних умовах створюється прототип або тестове середовище, в якому аналізуються продуктивність, сумісність та безпека. Це дозволяє оцінити ефективність рішення під реальними навантаженнями. PoC також дозволяє виявити слабкі місця та ризики перед основним впровадженням. Для переконання інвесторів або замовників у прибутковості ідеї використовуються результати PoC, які демонструють життєздатність концепції, підтверджують ефективність технології та оцінюють потенційний фінансовий вплив на бізнес.

Навчання команди застосовується для ліквідації прогалин у компетенціях та навичок для розробки продукту проєкту або для проведення досліджень. Дослідно-конструкторські розробки в продовж яких теоретичні гіпотези перевіряються через прототипування та тестування. Вони можуть виконуватися після проведення наукових досліджень, або як різновид Spikes.

Після наукових досліджень, Spikes, навчання команди, дослідно-конструкторських розробок та оцінки ризиків складності, формується архітектурне рішення продукту складного IT-проєкту. Цією складовою завершується модель управління складним IT-проєктом з НДДКР [14].

У якості зворотного зв'язку в моделі запропоновано рефакторинг як процедура перепроєктування структури проєкту. Рефакторинг не змінює кінцеву мету проєкту, але значно покращує процес його реалізації, а значить і має збільшити імовірність успішного завершення за рахунок зменшення наслідків ризиків [15]. В моделі процедуру рефакторингу розподілено на три великі частини. 1. Виявлення зон для покращень. 2. Виявлення зон для майбутніх досліджень, які треба провести в проєкті, тому що попередні не змогли вирішити ідентифіковані проблеми. 3. Підготовка рекомендацій для реалізації подальших етапів проєкту.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В статті розроблено концептуальну модель управління складним IT-проєктом з науково-дослідною складовою. Модель охоплює ключові етапи: ініціацію, аналіз вимог, формування команди, перевірку реалізованості, управління невизначеністю та створення архітектурного рішення. Для зменшення ризиків та адаптації до змін використано PoC, Spikes, прототипування, навчання команди та дослідно-конструкторські розробки. Процедура рефакторингу дозволяє переглядати структуру проєкту без зміни його мети. Це сприяє підвищенню гнучкості та якості управління. Запропонована модель дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів, визначити ролі учасників та підвищити ефективність прийняття рішень.

Перспективою подальших досліджень є розробка інструментів управління гіпотезами в складних IT-проєктах для забезпечення автоматизації та прогнозованості управління ними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Seventh Edition. USA. Project Management Institute, 2021. 250.
2. Кульчицький І. М., Осідач Н. Б. (2011) Концептуальна модель бази даних збірки М. Номиса "Українські приказки, прислів'я і таке інше" URL: https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/3408/2858.pdf?utm_source=chatgpt.com

3. Путій Ілля, Бобровський Олексій. (2024). Інформаційна модель складного IT-проекту з дослідницькою складовою. Project, Program, Portfolio Management (P3M-2024). Тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції Том 1. Одеса : ІШІР, 316-319

4. Бабаєв, В. М., & Фесенко, Т. Г. (2010). Концептуальна модель організації офісу управління будівельними проектами в перспективі проєктного менеджменту. Східноєвропейський журнал передових технологій, 1(3(43)), 9–11.

5. Євдокимова, А. В. (2011). Концептуальна модель активності громад для задач формування портфелю грантових проєктів соціально-економічного розвитку громад, які підтримуються міжнародними організаціями. Управління проєктами та розвиток виробництва, (4), 134–139.

6. Веренич, О. В. (2015). Концептуальна модель формування ментального простору. Управління розвитком складних систем, 23 (1), 39–43.

7. Бакуліч, О. О., & Севост'янова, А. В. (2019). Концептуальна модель балансу ризиків (можливостей та загроз) стейкхолдерів проєктів вітроенергетики. Вчені записки Університету «КРОК», (3)55), 143–50.

8. Бушуєв, С., Бушуєв, Д., Бушуєва, В., & Бушуєва, Н. (2021). Концептуальна модель цифрового сліду проєктів в умовах цифровізації суспільства. Управління розвитком складних систем, (46), 12–18.

9. Близнюкова І. О., Данченко О. Б., Тесленко П. О., Заруцький С. О. (2021). Концептуальна модель креативного управління командою IT проєкту. Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції P3M- Одеса : ІШІР, – С. 81–83.

10. Путій І. Д., Тесленко П. О. (2024). Аналіз сучасних підходів до управління складними IT-проектами. Управління розвитком складних систем, 59, 81–89. URL : <https://urss.knuba.edu.ua/zbirnyk-59>. ISSN 2219-5300

11. Мартін Роберт (2019). Чистий код: створення, аналіз, рефакторинг. Харків : Фабула, 416. ISBN 978-617-09-5285-1.

12. Струзік В. А., Грибков С. В., Чобану В. В. (2020). Категорія рефакторинг доступу. Наукові праці НУХТ Том 26, 2, 31–49. DOI: 10.24263/2225-2924-2020-26-2-4.

13. Кривоножко, Г. Є., Голікова, О. В., & Заїкіна, Т. В. (2020). Значення рефакторингу під час виконання судових експертиз (експертних досліджень) та проведення розрахунків на основі моделі COCOMO II. Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління, 3(9), 84–90. [https://doi.org/10.32689/2617-9660-2020-3\(9\)-84-90](https://doi.org/10.32689/2617-9660-2020-3(9)-84-90)

14. Путій І. Д., Бондар О. А. (2024). Складність IT-проектів з науково-дослідною та дослідно-конструкторською розробкою. Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами», Коблево, ХНУРЕ, 197–200.

15. Visure Solutions. (2024). Керівництво FMEA з управління ризиками. URL: <http://surl.li/krkkdl>

REFERENCES:

1. The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Seventh Edition. USA. Project Management Institute, 2021. 250.

2. Kulchytsky I. M., Osidach N. B. (2011) Conceptual model of the database of the collection of M. Nomis "Ukrainian proverbs, sayings and such" URL: https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/3408/2858.pdf?utm_source=chatgpt.com [in Ukrainian].

3. Putii Iliia, Bobrovsky Oleksiy. (2024). Information model of a complex IT project with a research component. Project, Program, Portfolio Management (P3M-2024). Abstracts of the reports of the IX International Scientific and Practical Conference Volume 1. Odessa: ISSN, 316–319 [in Ukrainian].

4. Babayev, V. M., & Fesenko, T. G. (2010). Conceptual model of the organization of the construction project management office in the perspective of project management. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 1(3(43)), 9–11. [in Ukrainian].
 5. Evdokimova, A. V. (2011). Conceptual model of community activity for the tasks of forming a portfolio of grant projects for the socio-economic development of communities supported by international organizations. *Project Management and Production Development*, (4), 134–139. [in Ukrainian].
 6. Verenich, O. V. (2015). Conceptual model of mental space formation. *Complex Systems Development Management*, 23(1), 39–43. [in Ukrainian].
 7. Bakulich, O. O., & Sevost'yanova, A. V. (2019). Conceptual model of the balance of risks (opportunities and threats) of stakeholders of wind energy projects. *Scientific Notes of the University "KROK"*, (3)55, 143–150. [in Ukrainian].
 8. Bushuyev, S., Bushuyev, D., Bushueva, V., & Bushueva, N. (2021). Conceptual model of the digital footprint of projects in the context of digitalization of society. *Management of complex systems development*, (46), 12–18. [in Ukrainian].
 9. Blyznyukova I. O., Danchenko O. B., Teslenko P. O., Zarutsky S. O. (2021). Conceptual model of creative management of an IT project team. VI International Scientific and Practical Conference P3M-2021. 81–83. [in Ukrainian].
 10. Putii I. D., Teslenko P. O. (2024). Analysis of modern approaches to managing complex IT projects. *Management of complex systems development*, 59, 81–89. URL: <https://urss.knuba.edu.ua/zbirnyk-59>. ISSN 2219-5300/ [in Ukrainian].
 11. Martin Robert (2019). *Clean code: creation, analysis, refactoring*. Kharkiv : Fabula, 416. ISBN 978-617-09-5285-1.
 12. Struzik V. A., Hrybkov S. V., Chobanu V. V. (2020). Category refactoring access. *Scientific works of the National University of Chemistry and Technology* Vol. 26, 2, 31–49. DOI: 10.24263/2225-2924-2020-26-2-4/ [in Ukrainian].
 13. Kryvonozhko, G. E., Golikova, O. V., & Zaikina, T. V. (2020). The importance of refactoring when performing forensic examinations (expert studies) and calculations based on the COCOMO II model. *Expert: paradigms of legal sciences and public administration*, 3(9), 84–90. [https://doi.org/10.32689/2617-9660-2020-3\(9\)-84-90/](https://doi.org/10.32689/2617-9660-2020-3(9)-84-90/) [in Ukrainian].
 14. Putii I. D., Bondar O. A. (2024). The complexity of IT projects with research and development. *International scientific and practical conference "Information systems in project and program management"*, Koblevo, KhNURE, 197–200. [in Ukrainian].
 15. Visure Solutions. (2024). *FMEA Guide for Risk Management*. URL: <http://surl.li/krkkdl>
-