

**Путій Ілля Дмитрович**

Студент PhD кафедри Штучного інтелекту та аналізу даних,

<https://orcid.org/0009-0008-1111-4413>

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса

**Тесленко Павло Олександрович**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри штучного інтелекту та аналізу даних,

<https://orcid.org/0000-0001-6564-6185>

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ІТ-ПРОЄКТАМИ

***Анотація.** Розглянуто особливості управління складними ІТ-проєктами. Розкрито їхню сутність і представлено класифікацію факторів, що впливають на складність. Як складні ІТ-проєкти в роботі розуміються такі, що потребують досліджень та експериментального підтвердження щодо прийняття проєктних рішень. Показано, що складність може виникати вже на початку проєкту, в процесі формування його мети, а може бути під час виконання проєктних робіт, така складність пов'язана зі складністю реалізації проєкту. У роботі показано, що проєкт може бути класифікований як складний за певними якісними і кількісними факторами. Окремо було розглянуто складність поведінки, а саме через технічну складність реалізації проєктів, що вимагатиме використання складних технологій. Це проявляється як відсутність досвіду і належних навичок у команди проєкту. Для забезпечення ефективного управління складними ІТ-проєктами розробники застосовують гнучкі технології управління (Agile), які зменшують проєктну невизначеність через ітераційність розробки. Проте якщо команда проєкту немає досвіду розроблення продукту, або не володіє технологією, якщо заздалегідь невідомий результат застосування інновацій, в управлінні застосовують дослідження й експериментальне підтвердження. Для подолання складності під час реалізації ІТ-проєктів рекомендовано застосовувати підхід, який англійською називають Spikes. У роботі подано авторську трактовку визначення Spikes і приклади їх застосування. Розкрито взаємозв'язок інноваційності та складності ІТ-проєктів у сенсі до застосування Spikes. Для другої групи складних ІТ-проєктів, де складність проявляється ще на початку проєктних робіт, запропоновано застосування процедури науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських робіт. У статті виокремлено авторську позицію щодо мети та ступеня наукових досліджень в ІТ-проєктах. Зазначено, що такий підхід застосовується виключно для отримання ІТ продукту, а не наукового продукту. Проаналізовано методи управління науково-дослідницькими роботами в ІТ-проєктах, показано їх місце і значення у забезпеченні успішного завершення складних проєктів. Розглянуто підхід управління гіпотезами як елемент управління складними ІТ-проєктами.*

**Ключові слова:** складний ІТ-проєкт; управління складними ІТ-проєктами; Spikes; ІТ-проєкти з науково-дослідницькою та дослідно-конструкторською розробкою; управління гіпотезами складних ІТ-проєктів

### Постановка проблеми

У роботі досліджено ІТ-проєкти, які реалізуються за гнучкими техніками, але мають «додаткову невизначеність» через особливості власної складності.

За складністю проєкти класифікують на прості, організаційно-складні, технічно-складні, ресурсно-складні, комплексно-складні [1]. У загальному визначенні складних проєктів відзначається наявність нетривіальних технічних, організаційних або ресурсних завдань, рішення яких вимагає спеціальних підходів та збільшення витрат [1].

Зазвичай до складних проєктів належать такі, що потребують проведення досліджень перед тим, як будуть прийняті проєктні рішення для проведення подальших робіт. У технічних галузях такі проєкти мають назву науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських, так звані НДДК проєкти [2].

Складність ІТ-проєктів, як і будь-якої складної системи, визначається значною кількістю складових, а також складністю їх поведінки та зв'язків між ними [3]. До першої категорії належить великий обсяг функціоналу або модулів. Сюди ж можна долучити велику кількість зацікавлених сторін з різними

потребами й очікуваннями. Крім того, може бути складним управління конфліктами між стейкхолдерами та забезпечення згоди між різними сторонами.

Складність поведінки та складність зв'язків між складовими ІТ-проектів може проявлятися через технічну складність реалізації проектів, яка вимагатиме використання складних технологій, значної інтеграції з іншими системами або розроблення складної архітектури. Низький рівень стандартизації, або корпоративної культури ІТ-компанії, і застосування нових технологій чи вирішення нових завдань, можуть стати джерелом складності через відсутність досвіду і належних практик щодо їх подолання.

Зовнішні фактори можуть додавати складності проектам через: залежність від доступних ресурсів; співпрацю з іншими організаціями; залежність від політичних чинників. Це проявляється через невпевненість, або відсутність контролю над цими факторами. Вимоги, що постійно змінюються або розширюються з часом, можуть бути складними через необхідність адаптації до змін і управління ризиками.

Всі зазначені фактори можуть впливати на складність ІТ-проектів, або безпосередньо формувати її. Для подолання зазначеної складності та забезпечення ефективного управління ІТ-проектами розробники застосовують гнучкі технології управління, Agile. Але навіть в них існують ситуації, коли команда проекту не мала досвіду в розробці продукту, або команда не володіє технологією для реалізації такого продукту, коли заздалегідь невідомий результат застосування технології (наприклад точність розрахунку, швидкість, або помилка розпізнавання та ін.).

Виходом з такої ситуації є стандартна процедура НДДР, науково-дослідницької та дослідно конструкторської розробки. Але ІТ-проекти і в цьому питанні мають власні особливості. Здебільшого ІТ-проекти створюють програмний продукт, який є віртуальним. Він не містить фізичних складових, таких як друковані плати, елементи конструкції, елементи живлення та інше, на кшталт радіотехнічних продуктам [4]. Це означає, що у повному обсязі наукові дослідження з метою реалізації їх результатів у конструкторські розробки для ІТ-проектів виконувати не потрібно.

Проте якусь частину досліджень та експериментів в ІТ-галузі виконувати все ж таки необхідно, але вони, як і самі ІТ-проекти, будуть перебувати у віртуальній площині. Тому необхідно визначити типи та обсяг дослідницької та експериментальної роботи при розробці ІТ-продуктів та проаналізувати підходи до управління такими складними ІТ-проектами.

## Аналіз основних досліджень і публікацій

Розглянемо групу факторів складності ІТ-проектів, що пов'язані зі складністю управління через відсутність досвіду технологій реалізації практичних рішень та належних практик. Вирішення таких проблем потребує попереднього пошуку або досліджень перед розробкою власне продукту ІТ-проекту.

У практиці управління такими складними ІТ-проектами, що потребують попереднього пошуку, дослідження або прототипування, застосовують інструмент, який англійською називають Spikes, або шипи [5]. Це компонент циклу гнучкої розробки для вирішення технічних та функціональних проблем. За допомогою Spikes команда ліквідує будь-яку невизначеність в User story.

Використання Spikes у гнучкій розробці має затверджену абревіатуру ASD (Agile software development). Спайки, як практичне рішення, дають змогу команді провести дослідження й експерименти для прийняття необхідних проектних рішень. Це важливо для проектів, де нові технології або складні інтеграції потребують попереднього тестування й аналізу. Отже, спайки зменшують ризики і забезпечують основу для прийняття обґрунтованих рішень.

Одним із варіантів необхідності застосування досліджень є високий рівень невизначеності в проекті. Наприклад, мають місце значні сумніви щодо вимог, технологій або очікуваних результатів, і саме це ускладнює планування та реалізацію проекту. Прикладом такої невизначеності можна вважати розрахунок ефективності використання нової платформи для замовника.

Зазначимо, що тестування варіантів оптимальних рішень не створює нової цінності для замовника, але час та ресурси мають бути витрачені. У [6] подано результат застосування Spikes у проекті IoT. Spikes використовувалися для визначення оптимальних технічних рішень і мінімізації ризиків шляхом тестування різних підходів до збирання і опрацювання даних.

Прикладом складності технічного завдання, що потребує попереднього дослідження, є проект інтеграції нового API від стороннього постачальника, при тому, що команда не мала досвіду роботи з цією технологією. У проекті було проведено Spikes для отримання необхідних навичок, що зменшило технічні ризики [7].

Іншим прикладом технічної складності є задача інтеграції нової платформи до наявної інфраструктури замовника. На відміну від попереднього прикладу, команда мала досвід такої інтеграції, але невідомим було який з варіантів

підходу буде оптимальним. Spikes було виконано до дослідження: сумісності, ефективності підходу до інтеграції, з метою уникнути потенційних проблем [8].

Ще однією причиною досліджень у IT-проектах є необхідність застосування інноваційних підходів. Це супроводжується використанням нових технологій або методологій, які потребують попереднього тестування їхньої ефективності для конкретного проекту. Наприклад, використання нової кросплатформної технології для підвищення продуктивності розробки.

У попередніх прикладах IT-проектів складність спостерігається в процесах управління та розроблення. Між тим, існує ще одна група IT-проектів, в яких «складність» міститься вже на самому початку таких проектів, в їх меті. Це так звані проекти з науково-дослідницькою та дослідно-конструкторською розробкою (НДДК-проекти).

НДДК – це сталий і відомий термін, який був дуже поширений у ХХ сторіччі серед науковців та розробників нової техніки, розробці яких передували наукові дослідження, і саме за результатами тих досліджень створювалася нова техніка [9].

У [10] автори розглядають динаміку витрат індійських компаній на НДДКР в IT-галузі. Наукові розробки стосуються технології блокчейну, штучного інтелекту тощо. Відзначається зростання науково-дослідницьких розробок у IT-секторі виключно за рахунок іноземних компаній через великі інвестиції, повернення яких не завжди прогнозується.

### Мета статті

Метою статті є аналіз складних IT-проектів, що потребують проведення досліджень, експериментів та визначення підходів для управління такими проектами для забезпечення їх успішного завершення та створення очікуваного продукту проекту.

### Виклад основного матеріалу

За аналізом доступних літературних джерел можна стверджувати, що Spikes є своєрідним маркером складних IT-проектів [5–8]. Сформулюємо визначення Spikes.

Spikes – це різновид спринта (або часового інтервалу IT-проекту), за час якого команда не створює програмний продукт (або будь-яку його частину). Результатом виконання Spikes може бути: перевірка гіпотези; вибір варіанта реалізації проекту / продукту; оцінка ефективності рішення; вибір методу реалізації та інше. Можна сказати, що за час проведення Spikes команда проекту набуває знання, досвід, кваліфікацію, практичні навички при вирішенні складних для неї завдань. За час Spikes

команда проекту вибудовує виключно себе. Якщо уявити, що під час розроблення складного, або як зазначено у [11], проекту з високим ступенем інновацій, паралельно вибудовується два проекти: один – це створення програмного продукту, другий – це створення креативної команди [12], то після звичайного спринта співвідношення збільшення програмного продукту і «командного продукту» можна вважати 50%/50% (мається на увазі, що збільшуються обидва продукти, наведена кількість у 50% – умовна), а під час Spikes співвідношення буде: 0%/100%, тобто зростає тільки команда, а продукт проекту у своєму вимірному обсязі залишається незмінним.

Оскільки інноваційність є однією з причин застосування Spikes, необхідно проаналізувати категорію «інноваційний проект» та її співвідношення до категорії «складний проект» [13].

Інноваційні IT-проекти – це такі проекти, що впроваджують нові технології, методології або рішення, що значно змінює наявні процеси або створює нові можливості. Такі проекти використовують передові технології, які ще не набули широкого розповсюдження, наприклад, специфічні прикладні рішення штучного інтелекту та машинного навчання, або квантові обчислення. Інноваційні IT-проекти вирішують проблеми або задовольняють потреби, які не могли бути ефективно вирішені раніше за відсутністю сучасних підходів або методів.

Інноваційність може проявлятися у застосуванні новітніх підходів або моделей в DevOps або Agile, що значно скорочують час виведення продукту на ринок або підвищують його якість.

Отже, інноваційні IT-проекти визначаються не тільки використанням новітніх технологій, але й значним впливом на ефективність, продуктивність та якість процесів і продуктів.

Проте не всі інноваційні IT-проекти можна вважати складними. Інноваційні проекти часто включають нові технології або методи, які можуть бути складними через їхню новизну та відсутність усталених практик. Однак інноваційні проекти можуть бути і простими за своєю реалізацією, якщо нововведення є локальними або незначними.

Вважають, що поняття "інноваційність" є ширшим за "складність". Інноваційність означає впровадження нових ідей, технологій або методів, що змінюють наявні процеси або створюють нові можливості. Складність, з іншого боку, стосується рівня труднощів у реалізації проекту, включаючи технічні, організаційні та управлінські аспекти [14].

Так само і не всі складні IT-проекти є інноваційними. Складність може бути викликана багатьма факторами, такими як масштаб проекту, кількістю зацікавлених сторін, інтеграцією з

наявними системами або складністю управління ресурсами. Проект може бути складним через технічні виклики або високі вимоги до безпеки, але при цьому не містити жодних інноваційних елементів. Інноваційність та складність є незалежними характеристиками ІТ-проектів. Інноваційність може включати елементи новизни та змін, тоді як складність визначається рівнем труднощів у реалізації проекту.

Отже, в роботі розглядатимемо саме складні проекти, що має сенс саме у складності реалізації.

Для другої групи ІТ-проектів будемо використовувати термін НДДК у комбінації «ІТ-проекти з НДДК». Це означатиме, що для створення ІТ-продукту в ІТ-проекті слід виконати наукові дослідження і провести експерименти для перевірки доцільності й ефективності застосування їх результатів. Тобто проекти, в яких у результаті отримують науковий продукт у цьому дослідженні не розглядаються.

ІТ-проекти з НДДК можуть бути охарактеризовані як комплекс заходів, які спрямовані на створення нових інформаційних технологій або вдосконалення наявних шляхом проведення наукових досліджень та експериментів з розроблення інноваційних рішень. Окремо зазначимо, що наукові дослідження і дослідницькі експерименти є частиною таких ІТ-проектів, є частиною їх WBS (Work Breakdown Structure), або змісту.

Основною особливістю таких проектів є високий ступінь невизначеності та ризиків, що пов'язано з необхідністю проведення досліджень, експериментів та тестувань нових технологічних підходів.

ІТ-проект з НДДК можна визначити як систематичний процес дослідження, розроблення та впровадження нових інформаційних технологій або вдосконалення наявних, який включає в себе науково-дослідницькі та дослідно-конструкторські роботи з метою створення інноваційного продукту або рішення. Від звичайного ІТ-проекту він відрізняється насамперед наявністю науково-дослідницького компоненту, що може передбачати проведення фундаментальних і прикладних досліджень, а також значний обсяг експериментальної роботи.

У процесі НДДК розробок можуть з'являтися нові дані та гіпотези, що може призвести до зміни початкових цілей чи завдань проекту. З цього виникає два завдання: перше – відслідковувати та дотримуватися початкової мети проекту; друге – формувати та управляти гіпотезами проекту.

Особливість структури ІТ-проектів з НДДК полягає в їхній складності та багатокомпонентності. Зазвичай такі проекти включають етапи проведення

наукових досліджень, розроблення прототипів, тестування, вдосконалення та впровадження результатів досліджень у практичну діяльність. WBS таких проектів відображає детальну декомпозицію робіт, необхідних для досягнення поставлених цілей, та враховує специфіку науково-дослідницьких робіт.

Управління командою в ІТ-проектах з НДДК також має свої особливості. Важливою є наявність у команді не лише програмістів та інженерів, але й науковців, дослідників та аналітиків, що володіють спеціалізованими знаннями та досвідом у відповідних галузях. У [15] автори звертають увагу на те, що залучення персоналу для дослідження і розроблення з різних географічних локацій генерують додаткові проблеми в інтеграції, координації та управління людськими ресурсами для команд науково-дослідницьких розробок. Культурні відмінності відіграють ключову роль у динаміці й ефективності R&D команди.

У [16] дослідження та розроблення ІТ-продукту визначено як угоду між суб'єктами господарювання, що мають спільні інноваційні цілі та працюють в режимі гібридної організації, розподіляють матеріальні та нематеріальні ресурси для спільної розробки дослідницького проекту. Автори [16] відзначають складність визначення компетенції академічних груп та їх навичок. Також складність присутня при описі механізмів координації і контролю. Важливим є зобов'язання академічного партнера не співпрацювати з конкурентами під час розроблення спільного дослідницького проекту, що направлено на зменшення ризику моральної небезпеки.

ІТ-проекти з НДДК мають додаткові ризики. Вони пов'язані з високою невизначеністю результатів досліджень, можливими технічними складнощами під час розроблення нових технологій, необхідністю дотримання вимог щодо безпеки та конфіденційності даних, а також можливими змінами у зовнішньому середовищі, які можуть вплинути на хід проекту.

У [17] зазначається, що науково-дослідницькі проекти включають різні невизначеності, пов'язані з часом, технологіями, фінансами та знаннями. Для зменшення ризиків проектів з НДДК розробкою автори [17] пропонують застосовувати підхід інтервальнозначного інтуїтивістського нечіткого АНР та аксіому нечіткої інформації. Це допоможе визначити ступінь важливості визначених факторів ризику. В роботі виявлено, що найважливішим ризиком у проектах з НДДК розробкою є «Аномальні зміни вартості», а найменш важливим є «Недоліки в статтях договору».

У [18] відзначають високу невизначеність щодо графіка та якості продукту проекту. Автори пропонують системний підхід до відслідковування невдач НДДКР та управління ризиками в процесі

виконання проектів НДДКР. У статті запропоновано використати метод FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) в контексті аналізу режимів і ефектів відмов. Як термін «відмова» розуміється «невдача» або «помилка», яка може статися в процесі розроблення продукту або виконання проекту. Це поняття походить від англійського терміна «failure».

“Режим відмов” (failure mods) означає потенційні способи або причини, через які система, процес або продукт можуть не виконати свої функції належним чином. Цей метод допомагає передбачити можливі ризики заздалегідь і розробити стратегії для їх запобігання або мінімізації їхнього впливу.

Автори модифікували “режим відмов” відповідно до специфічних особливостей науково-дослідницької діяльності за допомогою моделі етапних воріт, яка може ідентифікувати режими відмов на кожному етапі моделі процесу дослідження та розроблення. Також запропоновано процес визначення пріоритетності ризиків невдачі НДДКР для підтримки процесу прийняття рішень в управлінні такими проектами. Запропонований підхід було застосовано до науково-дослідницької роботи компанії-розробника програмного забезпечення.

Метод DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) є потужним інструментом для управління ризиками проектів. Він дає змогу досліджувати й аналізувати складні взаємозв'язки між ризиками. DEMATEL не лише ідентифікує ризики, але й визначає, які з них є активаторами інших проблем і як ці ризики впливають на проект загалом. Цей метод особливо корисний для комплексних проектів з великою кількістю взаємозалежних ризиків [19].

У роботі [20] розглянуто методи управління ризиками для науково-дослідницьких проектів. За результатами дослідження автори запропонували використовувати метод RFMEA шляхом вводу третього виміру до матриці ранжування ризиків, а саме – оцінку виявлення ризиків.

На відміну від класичного FMEA, RFMEA акцентує увагу на кількісному аналізі ризиків, що пов'язані з цими відмовами. Він допомагає оцінити не лише ймовірність виникнення конкретної відмови, але й її потенційний вплив на весь проект. RFMEA буде ефективним, якщо в проекті є високотехнологічні ризики, складні системи або якщо важливо врахувати взаємозв'язок між її різними елементами. Вважається, що RFMEA забезпечує комплексний підхід до управління ризиками у проектах з високим рівнем складності та невизначеності.

У [21] автори досліджували ймовірність провалу проекту при формуванні портфеля проектів науково-дослідницьких розробок. Для цього

запропоновано розв'язання задачі стохастичного програмування через еквівалентну детерміновану конічну модель програмування другого порядку. Автори провели аналіз впливу різних факторів на ефективність портфеля проектів. Це обсяг фінансування, толерантність особи, яка приймає рішення та інше.

У [22] розглянуто інтеграцію концепцій Design Thinking, Lean Startup і Agile у науково-дослідницькі проекти. Автори відзначають покращення засвоєння знань, покращення рішень і визначення короткострокових можливостей.

Отже, за результатами аналізу наукових літературних джерел можна стверджувати, що науково-дослідницька розробка наявна в IT-проектах. Такі проекти й управління ними мають свої особливості, які потребують адаптації та розроблення дієвих засобів управління цими проектами задля забезпечення їх успішного завершення. В англійській літературі IT-проекти з елементами наукового розроблення та досліджень позначаються як R&D проекти. На думку авторів, якщо порівнювати проекти R&D та НДДК IT-проекти за ступенем, або глибиною наукових досліджень в межах проекту, то НДДК IT-проекти мають більш широке значення, а R&D проекти входять в них, як частина.

Ще одним підходом до управління проектами з НДДК є управління гіпотезами. Під час передпроектних досліджень може з'явитися не тільки нове бачення продукту, а й нові гіпотези, щодо його існування, призначення та конфігурації проекту / продукту. Тому аналіз інструментів управління гіпотезами необхідний для забезпечення успішного завершення таких проектів.

Управління гіпотезами є важливою складовою процесу розроблення програмного забезпечення в контексті інноваційних та науково-дослідницьких проектів. Основна мета управління гіпотезами – це перевірка різних припущень, які можуть впливати на продукт, його функціональність, ефективність або прийняття користувачами.

Одним із методів організації гіпотез є створення дерева гіпотез. Це структурована схема, яка допомагає візуалізувати і систематизувати припущення на основі їх взаємозв'язків [23]. Верхівкою такого дерева є основна, загальна гіпотеза, яка розбивається на більш конкретні підгіпотези, що пояснюють різні аспекти досліджуваної проблеми або проекту. Це формує причинно-наслідкові зв'язки між гіпотезами і визначає, які мають найбільший вплив на результати дослідження. Такий підхід сприяє необхідній організації проектної роботи і дає змогу послідовно перевіряти окремі гіпотези для зниження ризиків.

Автори [23] досліджували частоту помилок на рівні сімейства FWER (family wise error rates) та частоту помилкових відкриттів FDR (false discovery rate) на противагу новітньому методу контролю частоти помилкового відбору FSR (false selection rate) для навігації по деревоподібних структурах у контексті цих помилок.

### Висновки

У статті представлено результати аналізу складних ІТ-проектів. Розкрито їхню сутність та представлено класифікацію факторів, що впливають на складність ІТ-проектів або формують її.

У роботі прийнято, що складними ІТ-проектами вважають такі, що потребують досліджень та експериментального підтвердження задля отримання продукту проекту.

У статті показано, що складність може виникати вже на початку, при формуванні його мети, а може під час виконання проектних робіт, тобто складність пов'язана з реалізацією проекту.

Складність, яка виникає під час виконання проектних робіт, залежить від обсягу функціоналу продукту проекту, від значної кількості зацікавлених сторін з різними потребами й очікуваннями. Крім того, складним може бути управління конфліктами проекту між різними зацікавленими сторонами.

Виокремлено складність поведінки. Вона проявляється через технічну складність реалізації проектів, що вимагає використання складних технологій. Додавати складність може низький рівень стандартизації, або корпоративної культури ІТ-компанії, застосування нових технологій та розв'язання нових задач. Це проявляється через відсутність досвіду та належних практик у команди проекту.

Зовнішні фактори також можуть додавати складності проектам, наприклад вимоги, що постійно змінюються або розширюються під час життєвого циклу проекту.

Ці та інші фактори можуть впливати на складність ІТ-проектів. Для забезпечення ефективного управління складними ІТ-проектами розробники застосовують гнучкі технології управління, Agile, що поступово зменшує проектну невизначеність. Отже, в ситуації коли команда проекту немає досвіду розроблення продукту, або не володіє технологією, коли заздалегідь невідомий результат застосування інновацій в управлінні, необхідно застосовувати процедуру досліджень та експерименту задля подолання складності і невизначеності.

Для подолання складності під час реалізації ІТ-проектами в роботі проаналізовано та рекомендовано до застосування підхід, який англійською називають Spikes. Подано авторську трактовку визначення Spikes та приклади їх застосування. Розкрито взаємозв'язок інноваційності та складності ІТ-проектів у сенсі до застосування Spikes. Для другої групи складних ІТ-проектів, де складність проявляється ще на початку проектних робіт, запропоновано застосування процедури науково-дослідницьких та проектно-конструкторських робіт. У статті виокремлено авторську позицію щодо мети та ступеня наукових досліджень в ІТ-проектах. Зазначено, що такий підхід застосовується виключно для отримання ІТ-продукту, а не наукового продукту проекту. Проаналізовано методи управління науково-дослідницькими роботами в ІТ-проектах, показано їх місце та занчення в забезпеченні успішного завершення складних проектів.

### Список літератури

1. Чорна М. В. (2003). Проектний аналіз. Харків, Консум, 228 с.
2. Путій І., Косенко А., Бондар О. (2023). Управління проектами створення радіотехнічних пристроїв як складними системами. *Project, Program, Portfolio Management. P3M-2023*: Тези доп. VIII Міжнар. науково-практ. конф., Одеса, 201–204.
3. Путій І. Д., Бондар О. А., Мартиненко С. С. (2024). Особливості управління дослідженнями в складних ІТ-проектах. *Кібербезпека, робототехніка, автоматика, комп'ютерна інженерія. КРАКІН'24. 59 науково-технічна конференція ІШІР*, Одеса, 5 – 7.
4. Путій І. Д., Бондар О. О., Скопін Р. П. (2023). Особливості проектів створення радіотехнічних продуктів. *Збірка праць МНПК «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проектами та програмами»*, Коблево, 167–169.
5. Jeff Thull. (2003). Mastering the complex sale : how to compete and win when the stakes are high! *Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey*. 220. ISBN 0-471-43151-6.
6. Spikes. SAFe Studio. URL : <https://www.scaledagileframework.com/spikes/>
7. Dwayne Campbell. (2023). How to Master Spikes for Agile Product Development: *A Comprehensive Guide*. URL : <https://thinkproductgroup.com/how-to-master-spikes-for-agile-product-development-a-comprehensive-guide/>
8. David Usifo. (2024). Using Spikes to Manage Risks and Uncertainty in Scrum and Agile. URL : <https://deepprojectmanager.com/spikes-in-scrum/>
9. Путій І. Д., Бондар О. А. (2024). Складність ІТ-проектів з науково-дослідною та дослідно-конструкторською розробкою. *Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проектами та програмами»*, Коблево, ХНУРЕ, 197–200.

10. Mylaavaram, Chandra Shekar and R, Kumaran. (2018). Research & Development (R&D) Investments by Global and Indian IT Companies *The Management Accountant*, Vol 53, No.5, <https://ssrn.com/abstract=3195711>.
11. Близнюкова І. О., Тесленко П. О., Данченко О. Б. (2021). Інструменти управління ІТ-проєктами з інноваціями. *VIII Міжнародна НТК «Інформатика. Культура. Технології» ІКТ-2021*. Одеса, 84–86.
12. Близнюкова І. О. (2023). Метод формування креативної команди ІТ-проєкту. *Вісник НТУ «ХПИ»*, Харків, 1 (7), 12–19.
13. Крамський С. О. (2017). Застосування комплексної оцінки ризик-орієнтованих засобів в управлінні інноваційними ІТ-проєктами. *Управління розвитком складних систем*. № 29, 71 – 77.
14. Жмаєва Ю. В., & Чала Л. Е. (2018). Гібридний метод оцінювання складності ІТ проєктів. *Біоніка інтелекту*, 2 (91), 99–107.
15. Raibulet, C., & Fontana, F. (2018). Collaborative and teamwork software development in an undergraduate software engineering course. *J. Syst. Softw.*, 144, 409–422. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.07.010>.
16. Morandi, V. (2013). The management of industry–university joint research projects: how do partners coordinate and control R&D activities?. *J Technol Transf* 38, 69–92 <https://doi.org/10.1007/s10961-011-9228-5>.
17. Ilbahar, E., Çebi, S., & Kahraman, C. (2021). Risk assessment of R&D projects: a new approach based on IVIF AHP and fuzzy axiomatic design. *J. Intell. Fuzzy Syst.*, 42, 605–614. <https://doi.org/10.3233/jifs-219215>.
18. Shin, J., Lee, S., & Yoon, B. (2018). Identification and Prioritisation of Risk Factors in R&D Projects Based on an R&D Process Model. *Sustainability*, 10, 972. <https://doi.org/10.3390/SU10040972>.
19. Šmidovnik, T., & Grošelj, P. (2023). Solution for convergence problem in DEMATEL method: DEMATEL of finite sum of influences. *Symmetry*, 15(7), 1357. <https://doi.org/10.3390/sym15071357>.
20. Luppino, R.; Hosseini, M. R.; Rameezdeen, R. (2014). Risk management in research and development (R&D) projects: the case of South Australia. Deakin University. *Journal contribution*. <https://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30075627>.
21. Li, H., Chen, R., & Zhang, X. (2022). Uncertain Public R&D Project Portfolio Selection Considering Sectoral Balancing and Project Failure. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su142315774>.
22. Leal, L., Ribeiro, A., Romão, V., Amaral, G., Altmann, R., Kahn, R., Pacci, B., Avó, M., Salerno, M., Plonski, G., & Zancul, E. (2021). R&D approach based on multiple partners and Design Thinking, Lean Startup, and Agile concepts: case study in the electricity sector. <https://doi.org/10.14488/bjopm.2021.003>.
23. Miecznikowski, J., & Wang, J. (2022). Error control in tree structured hypothesis testing. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 15. <https://doi.org/10.1002/wics.1603>.

Стаття надійшла до редколегії 02.09.2024

#### Putii Illia

PhD student, Department of Artificial Intelligence and Data Analysis, [orcid.org/0009-0008-1111-4413](https://orcid.org/0009-0008-1111-4413)  
Odesa Polytechnic National University

#### Teslenko Pavlo

PhD (Eng.), Department of Artificial Intelligence and Data Analysis, [orcid.org/0000-0001-6564-6185](https://orcid.org/0000-0001-6564-6185)  
Odesa Polytechnic National University

### ANALYSIS OF MODERN APPROACHES TO MANAGEMENT OF COMPLEX IT PROJECTS

**Abstract.** *The article examines the peculiarities of managing complex IT projects. Their essence is revealed and the classification of factors affecting complexity is presented. In the work, complex IT projects are those that require research and experimental confirmation of project decision-making. It is shown that the complexity can arise already at the beginning of the project, during the formation of its goal, or it can be during the execution of project works, such complexity is related to the complexity of project implementation. The work shows that the project can be classified as complex based on certain qualitative and quantitative factors. The complexity of behavior was considered separately, namely due to the technical complexity of project implementation, which will require the use of complex technologies. This manifests itself as a lack of experience and appropriate skills in the project team. To ensure effective management of complex IT projects, developers use flexible management technologies, Agile, which reduce project uncertainty through iterative development. But when the project team does not have much experience in product development, or does not have the technology, when the result of the application of innovations in management is unknown in advance, research and experimental confirmation are used. To overcome the complexity during the implementation of IT projects, it is recommended to use the approach called Spikes in English. The work presents the author's interpretation of the definition of Spikes and examples of their application. The relationship between innovativeness and complexity of IT projects in the sense of using Spikes is revealed. For the second group of complex IT projects, where the complexity is manifested at the beginning of the project work, the application of the procedure of research and development works is proposed. The article highlights the author's position regarding the purpose and degree of scientific research in IT projects. It is noted that this approach is used exclusively for obtaining an IT product, not a scientific product. The methods of managing scientific and research works in IT projects are analyzed, their place and importance in ensuring the successful completion of complex projects is shown. The hypothesis management workflow is considered as an element of managing complex IT projects.*

**Keywords:** *complex IT project; management of complex IT projects; Spikes; IT projects with research and design development; hypothesis management of complex IT projects*

## References

1. Chorna, M. V. (2003). Project analysis, 228.
2. Putii, I., Kosenko, A., Bondar, O. (2023). Management of projects to create radio technical devices as complex systems. *Project, Program, Portfolio Management. P3M-2023: VIII International scientific and practical conference*, Odesa, 201-204.
3. Putii, I. D., Bondar, O. A., Martynenko, S. S. (2024). Peculiarities of research management in complex IT projects. *Cyber security, robotics, automation, computer engineering. KRACIN'24. 59th scientific and technical conference of IAIR*, Odesa, 5-7.
4. Putii, I. D., Bondar, O. O., Skopin, R. P. (2023). Features of projects for the creation of radio technical products. *Collection of works of the MNPC "Intellectual information systems in the management of projects and programs"*, Koblevo, 167-169.
5. Thull, Jeff. (2003). Mastering the complex sale: how to compete and win when the stakes are high! John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 220. ISBN 0-471-43151-6.
6. Spikes. SAFe Studio. URL : <https://www.scaledagileframework.com/spikes/>
7. Campbell, Dwayne. (2023). How to Master Spikes for Agile Product Development: A Comprehensive Guide. URL : <https://thinkproductgroup.com/how-to-master-spikes-for-agile-product-development-a-comprehensive-guide/>
8. Usifo, David. (2024). Using Spikes to Manage Risks and Uncertainty in Scrum and Agile. URL : <https://deepprojectmanager.com/spikes-in-scrum/>
9. Putii, I. D., Bondar, O. A. (2024). The complexity of IT projects with research and development. *International Conference "Information Systems in Project and Program Management"*, Koblevo, 197-200.
10. Mylaavaram, Chandra Shekar & Kumaran, R. (2018). Research & Development (R&D) Investments by Global and Indian IT Companies. *The Management Accountant*, 53, 5, <https://ssrn.com/abstract=3195711>
11. Blyznyukova, I. O., Teslenko, P. O., Danchenko, O. B. (2021). IT project management tools with innovations. *VIII International NTC "Informatics. Culture. Technologies" ICT-2021*. Odesa, 84-86.
12. Blyznyukova, I. O. (2023). The method of forming a creative team of an IT project. *Bulletin of NTU "KhPI"*, 1 (7), 12-19.
13. Kramsky, S. O. (2017). Application of comprehensive assessment of risk-oriented tools in the management of innovative IT projects. *Management of the development of complex systems*. 29, 71-77.
14. Zhmaeva, Y. V. & Chala, L. E. (2018). A hybrid method of assessing the complexity of IT projects. *Bionics of Intelligence*, 2(91), 99-107.
15. Raibulet, C. & Fontana, F. (2018). Collaborative and teamwork software development in an undergraduate software engineering course. *J. Syst. Softw.*, 144, 409-422. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.07.010>.
16. Morandi, V. (2013). The management of industry-university joint research projects: how do partners coordinate and control R&D activities?. *J Technol Transf*, 38, 69-92. <https://doi.org/10.1007/s10961-011-9228-5>
17. Ilbahar, E., Çebi, S. & Kahraman, C. (2021). Risk assessment of R&D projects: a new approach based on IVIF AHP and fuzzy axiomatic design. *J. Intell. Fuzzy Syst.*, 42, 605-614. <https://doi.org/10.3233/jifs-219215>.
18. Shin, J., Lee, S. & Yoon, B. (2018). Identification and Prioritisation of Risk Factors in R&D Projects Based on an R&D Process Model. *Sustainability*, 10, 972. <https://doi.org/10.3390/SU10040972>.
19. Šmidovnik, T. & Grošelj, P. (2023). Solution for convergence problem in DEMATEL method: DEMATEL of finite sum of influences. *Symmetry*, 15(7), 1357. <https://doi.org/10.3390/sym15071357>
20. Luppino, R.; Hosseini, M. R.; Rameezdeen, R (2014). Risk management in research and development (R&D) projects: the case of South Australia. Deakin University. *Journal contribution*. <https://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30075627>
21. Li, H., Chen, R. & Zhang, X. (2022). Uncertain Public R&D Project Portfolio Selection Considering Sectoral Balancing and Project Failure. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su142315774>.
22. Leal, L., Ribeiro, A., Romão, V., Amaral, G., Altmann, R., Kahn, R., Pacci, B., Avó, M., Salerno, M., Plonski, G. & Zancul, E. (2021). R&D approach based on multiple partners and Design Thinking, Lean Startup, and Agile concepts: case study in the electricity sector. . <https://doi.org/10.14488/bjopm.2021.003>.
23. Miecznikowski, J. & Wang, J. (2022). Error control in tree structured hypothesis testing. *Reviews: Computational Statistics*, 15. <https://doi.org/10.1002/wics.1603>.

## Посилання на публікацію

- APA Putii, I. & Teslenko, P. (2024). Analysis of modern approaches to management of complex IT projects. *Management of Development of Complex Systems*, 59, 81-88, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.81-88](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.81-88).
- ДСТУ Пугій І. Д., Тесленко П. О. Аналіз сучасних підходів до управління складними ІТ-проектами. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 59. С. 81 – 88; [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.81-88](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.81-88).