

МЕТОД ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛІННЯ БЮДЖЕТНИМИ РИЗИКАМИ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ МЕТРИК ПРОДУКТИВНОСТІ КОМАНДИ

Ясінецький Олег, Жебка Вікторія, Стежко Світлана

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
м. Київ, Україна*

У статті запропоновано метод превентивного управління бюджетними ризиками ІТ-проєктів, що базується на аналізі метрик продуктивності Scrum-команди. Обґрунтовано взаємозв'язок між операційними показниками спринтів та фінансовими втратами проєкту. Розроблено інтегральну модель оцінки фінансового ризику затримки, яка трансформує відхилення метрик продуктивності у грошовий еквівалент потенційних втрат. Модель враховує індекс продуктивності команди, вартість затримки у часі та штрафні санкції за порушення SLA. Запропоновано алгоритм прийняття управлінських рішень на основі порогових значень фінансового ризику. Експериментальна апробація на даних проєктів ІТ-аутсорсингу підтвердила можливість раннього виявлення бюджетних ризиків за 2-3 спринти до їх реалізації.

Ключові слова: бюджетні ризики, ІТ-проєкти, метрики продуктивності, Scrum, фінансовий менеджмент, превентивне управління, ризик-менеджмент.

Method of preventive budget risk management in it projects based on team productivity metrics analysis

O. Yasinetskyi, V. Zhebka, S. Stezhko

State university of information and communication technologies, Kyiv, Ukraine

The article proposes a method for preventive budget risk management in IT projects based on Scrum team productivity metrics analysis. The relationship between sprint operational indicators and project financial losses is substantiated. An integrated financial delay risk assessment model is developed that transforms productivity metric deviations into monetary equivalent of potential losses. The model incorporates the team productivity index, time cost of delay, and SLA violation penalties. A management decision-making algorithm based on financial risk threshold values is proposed. The integrated model combines the Delay Probability Index calculated from normalized Scrum metrics, the Time Cost of Delay determined by team cost and sprint duration, and the SLA penalty function reflecting contractual obligations. Experimental testing on IT outsourcing project data confirmed the possibility of early budget risk detection 2-3 sprints before their realization, enabling proactive corrective actions and reducing unplanned cost overruns by 25-35 percent.

Keywords: budget risks, IT projects, productivity metrics, Scrum, financial management, preventive management, risk management.

Постановка проблеми. Сучасний ринок ІТ-аутсорсингу характеризується високим рівнем конкуренції та жорсткими вимогами до фінансової дисципліни проєктів. За даними галузевих досліджень, близько двох третин ІТ-проєктів перевищують початковий бюджет, при цьому середнє перевищення становить 27% від планової вартості [1]. Для українських ІТ-компаній, що працюють переважно з закордонними замовниками, точність фінансового планування є критичним фактором конкурентоспроможності та збереження довгострокових партнерських відносин.

Традиційні підходи до управління бюджетними ризиками базуються на періодичному моніторингу фактичних витрат порівняно з плановими показниками [2]. Такий реактивний підхід дозволяє виявити проблему лише після її виникнення, коли можливості для корекції суттєво обмежені. В проєктах, що використовують методологію Scrum, ітеративний характер розробки створює додаткову невизначеність щодо остаточної вартості продукту, оскільки обсяг робіт може змінюватися від спринту до спринту.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз наукових публікацій свідчить про зростаючий інтерес до використання метрик продуктивності команди як предикторів проєктних ризиків. Boehm B. та Turner R. [3] дослідили кореляцію між velocity команди та термінами виконання, однак фінансовий аспект залишився поза увагою. Cohn M. [4] запропонував методи оцінки на основі story points, які широко застосовуються для планування, проте їх використання для фінансового прогнозування недостатньо формалізовано. Sulaiman T. [6] адаптував метод освоєного обсягу для Agile, запропонувавши AgileEVM, однак цей підхід не враховує специфіку ризиків затримок на рівні окремих спринтів та їх кумулятивний вплив на бюджет.

У вітчизняних дослідженнях питання управління вартістю проєктів розглядалися Бушуєвим С. Д. [7] у контексті ціннісно-орієнтованого підходу. Водночас специфіка Scrum-проєктів українського ІТ-аутсорсингу, зокрема

робота розподілених команд у різних часових зонах, залишається недостатньо дослідженою з точки зору фінансового ризик-менеджменту.

Невирішеною частиною проблеми є відсутність методу, який би забезпечував кількісну оцінку бюджетних ризиків на основі операційних метрик команди та дозволяв приймати превентивні управлінські рішення до реалізації фінансових втрат.

Метою статті є розробка методу превентивного управління бюджетними ризиками IT-проектів, що забезпечує трансформацію метрик продуктивності Scrum-команди у кількісну оцінку потенційних фінансових втрат та формує основу для прийняття проактивних управлінських рішень.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження.

Класифікація факторів затримок та їх фінансових наслідків

Затримки у Scrum-проектах мають комплексну природу та виникають під впливом факторів, що належать до трьох основних категорій. Перша категорія охоплює фактори продуктивності команди, серед яких нестабільність velocity, тобто значні коливання обсягу виконаної роботи між спринтами, негативний тренд velocity, що свідчить про системне зниження продуктивності, а також високий рівень незапланованих змін обсягу робіт під час спринту. Друга категорія включає фактори якості, зокрема високий показник дефектності та відхилення фактичного прогресу від запланованого, що відображається у діаграмі вигорання. Третя категорія стосується комунікаційних факторів, таких як тональність командних обговорень, швидкість реагування на запити та рівномірність залучення учасників до комунікації [8].

Кожен із зазначених факторів має прямий або опосередкований вплив на фінансові показники проекту. Затримка спринту призводить до збільшення витрат на оплату праці команди, оскільки для завершення запланованого обсягу робіт потрібен додатковий час. Систематичні затримки спричиняють порушення контрактних термінів, що в умовах IT-аутсорсингу часто супроводжується штрафними санкціями відповідно до Service Level Agreement. Крім того, затримки створюють репутаційні ризики, які хоча й важко піддаються кількісній

оцінці, проте мають довгостроковий негативний вплив на бізнес-відносини з клієнтом [9].

Взаємозв'язок між операційними метриками та фінансовими наслідками представлено у таблиці 1. Модель трансформації передбачає, що відхилення кожної метрики від цільового значення створює певний внесок у загальну ймовірність затримки, яка в свою чергу визначає очікувані фінансові втрати.

Таблиця 1

Взаємозв'язок метрик продуктивності та фінансових наслідків

Метрика	Діапазон	Фінансовий вплив при критичному відхиленні
Velocity Stability Index	[0; 1]	Непередбачуваність витрат на $\pm 15-25\%$
Velocity Trend	[0; 1]	Збільшення тривалості проєкту на 10-20%
Scope Change Rate	[0; 1]	Перевищення бюджету на 20-40%
Defect Rate	[0; 1]	Витрати на виправлення 15-30% бюджету
Burndown Health Index	[0; 1]	Ризик зриву дедлайну з штрафом 5-15%

Інтегральна модель оцінки фінансового ризику затримки

Для кількісної оцінки фінансового ризику затримки розроблено інтегральну модель, що поєднує три компоненти: індекс ймовірності затримки, вартість затримки у часі та функцію штрафних санкцій. Модель базується на припущенні, що фінансовий ризик є добутком ймовірності негативної події та величини потенційних втрат [10].

Індекс ймовірності затримки (Delay Probability Index, DPI) розраховується як зважена сума відхилень нормалізованих метрик продуктивності від їх цільових значень:

$$DPI = \sum_{j=1}^n w_j \times (1 - M_j) \tag{1}$$

де M_j - нормалізоване значення j -ї метрики продуктивності у діапазоні [0; 1], причому значення 1 відповідає ідеальному стану; w_j - ваговий коефіцієнт j -ї метрики, що відображає її відносний вплив на ймовірність затримки; n - кількість метрик у моделі. Вагові коефіцієнти задовольняють умову нормування $\sum_{j=1}^n w_j =$

1, що забезпечує належність DPI до діапазону $[0; 1]$. Значення DPI, близькі до 1, відповідають високій імовірності затримки спринту, тоді як значення, близькі до 0, свідчать про стабільний стан виконання проєкту.

Для системи з п'яти метрик продуктивності рекомендовані значення вагових коефіцієнтів, визначені на основі експертних оцінок та аналізу історичних даних проєктів, становлять: $w_1 = 0.25$ для Velocity Stability Index, $w_2 = 0.20$ для Velocity Trend, $w_3 = 0.20$ для Scope Change Rate, $w_4 = 0.15$ для Defect Rate та $w_5 = 0.20$ для Burndown Health Index [8].

Вартість затримки у часі (Time Cost of Delay, TCD) визначає фінансові втрати від подовження тривалості спринту на одиницю часу та розраховується за формулою:

$$TCD = C_{team} \times D_{sprint} \times K_{overhead} \quad (2)$$

де C_{team} - денна вартість команди, що включає заробітну плату всіх учасників проєкту; D_{sprint} - тривалість спринту у робочих днях; $K_{overhead}$ - коефіцієнт накладних витрат, який зазвичай становить 1.15-1.30 залежно від організаційної структури компанії.

Функція штрафних санкцій (SLA Penalty Function, SPF) відображає контрактні зобов'язання щодо термінів поставки та має ступінчастий характер відповідно до типових умов договорів ІТ-аутсорсингу:

$$SPF(d) = \begin{cases} 0, & d \leq d_0 \\ p_1 \times B, & d_0 < d \leq d_1 \\ p_2 \times B, & d_1 < d \leq d_2 \\ p_3 \times B, & d > d_2 \end{cases} \quad (3)$$

де d - фактична затримка у днях; d_0, d_1, d_2 - порогові значення затримки відповідно до SLA; p_1, p_2, p_3 - відсотки штрафу для кожного рівня; B - базова вартість етапу або спринту. Аргументом функції штрафних санкцій використовується прогнозована затримка, визначена як добуток індексу ймовірності затримки та тривалості спринту.

Інтегральний показник фінансового ризику затримки (Financial Delay Risk, FDR) розраховується як:

$$FDR = DPI \times (TCD + SPF(DPI \times D_{sprint})) \quad (4)$$

Цей показник має грошовий вимір та відображає очікувані фінансові втрати з урахуванням ймовірності їх виникнення. Структура моделі представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структура інтегральної моделі оцінки фінансового ризику затримки

Алгоритм прийняття управлінських рішень та приклад застосування

На основі розробленої моделі сформовано алгоритм прийняття управлінських рішень, що передбачає класифікацію рівня фінансового ризику за пороговими значеннями. Перший рівень відповідає низькому ризику, коли FDR не перевищує 5% бюджету спринту, і потребує лише стандартного моніторингу. Другий рівень характеризує середній ризик при FDR від 5% до 15% бюджету спринту та вимагає активації коригувальних заходів, таких як перерозподіл ресурсів, зменшення обсягу спринту або залучення додаткових спеціалістів. Третій рівень сигналізує про високий ризик при FDR понад 15% і передбачає ескалацію на рівень керівництва проєкту та перегляд контрактних зобов'язань [11]. Систематизація порогових значень та відповідних управлінських дій наведена у таблиці 2.

Порогові значення фінансового ризику та управлінські дії

Рівень ризику	Значення FDR	Рекомендовані управлінські дії
Низький	$\leq 5\%$ бюджету спринту	Стандартний моніторинг, без втручання
Середній	5-15% бюджету спринту	Коригування обсягу спринту, перерозподіл ресурсів
Високий	$> 15\%$ бюджету спринту	Ескалація, перегляд плану та контрактних умов

Алгоритм реалізується як циклічний процес з кроком в один спринт. На початку кожного спринту виконується збір значень метрик з систем управління проектом та комунікаційних платформ, після чого здійснюється розрахунок DPI, TCD та FDR. Результати порівнюються з пороговими значеннями, і залежно від класифікації ризику формується відповідне управлінське рішення. Послідовність кроків алгоритму наведено на рис. 2.

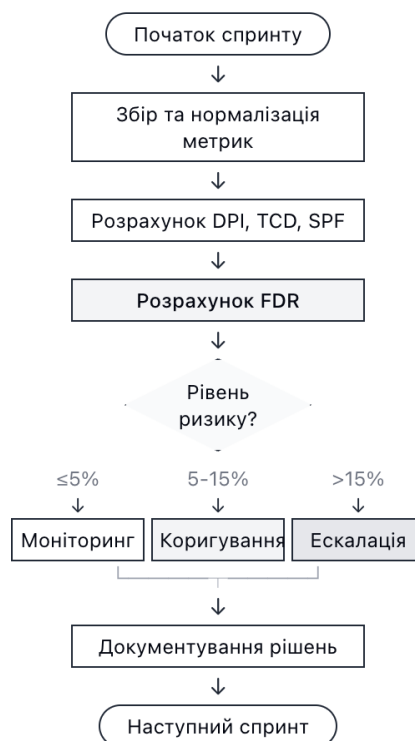


Рис. 2. Алгоритм превентивного управління бюджетними ризиками

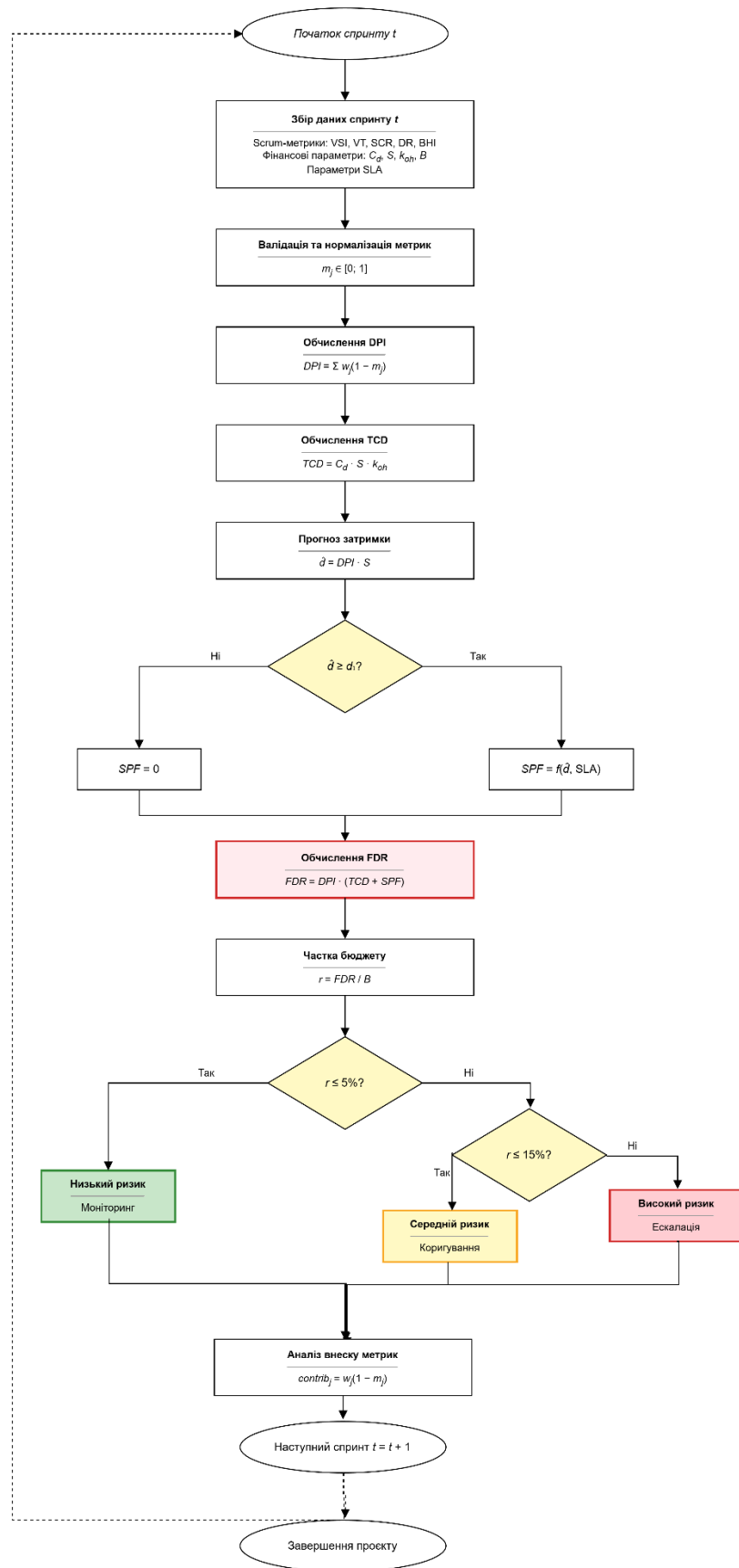


Рис. 3. Розширена блок-схема методу превентивного управління бюджетними ризиками ІТ-проєктів на основі аналізу метрик продуктивності Scrum-команди

Побудована блок-схема відображає логіку циклічного превентивного управління бюджетними ризиками IT-проєкту, реалізованого на рівні окремих спринтів Scrum. Алгоритм ініціюється на початку кожного спринту та ґрунтується на систематичному зборі операційних і фінансових даних, що дозволяє оцінювати ризики до моменту фактичного виникнення фінансових втрат. Такий підхід забезпечує перехід від реактивного контролю бюджету до проактивного управління ризиками.

На першому етапі алгоритму здійснюється збір вхідних даних спринту, які включають нормалізовані метрики продуктивності команди (стабільність і тренд velocity, рівень змін обсягу робіт, дефектність та стан виконання плану), а також фінансові параметри проєкту й умови SLA. Далі виконується валідація та нормалізація отриманих показників, що забезпечує коректність подальших розрахунків і уніфікацію даних незалежно від джерел їх отримання. Цей блок є критичним для забезпечення відтворюваності результатів і стійкості методу до неповних або зашумлених даних.

Центральною частиною блок-схеми є обчислення індексу ймовірності затримки (DPI), який агрегує відхилення метрик продуктивності з урахуванням їх вагового впливу. Отримане значення DPI використовується для прогнозування очікуваної тривалості затримки спринту та подальшого визначення вартості затримки у часі. Паралельно алгоритм враховує контрактні зобов'язання через функцію штрафних санкцій SLA, що дозволяє трансформувати операційні відхилення у грошовий еквівалент потенційних втрат.

На основі поєднання вартості затримки та можливих штрафів розраховується інтегральний показник фінансового ризику затримки (FDR), який далі нормується відносно бюджету спринту. Блок-схема передбачає порогову класифікацію ризику на низький, середній та високий рівні, що формалізує процес прийняття управлінських рішень. Для кожного рівня ризику визначено відповідний сценарій дій — від стандартного моніторингу до ескалації та перегляду плану або контрактних умов.

Завершальним елементом схеми є аналітичний блок, який дозволяє визначити внесок окремих метрик у формування ризику, що забезпечує пояснюваність результатів і підтримує цільове коригування управлінських дій. Після цього алгоритм переходить до наступного спринту, утворюючи замкнений цикл безперервного превентивного контролю. Таким чином, побудована блок-схема наочно демонструє послідовність обчислень і рішень, а також підтверджує можливість практичної реалізації методу у вигляді системи підтримки прийняття управлінських рішень.

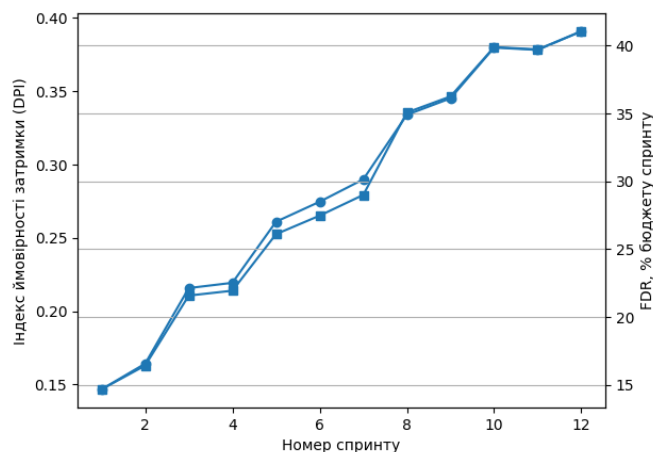


Рис. 3. Взаємозв'язок DPI та фінансового ризику FDR

На рис. 3 наведено спільну динаміку індексу ймовірності затримки DPI та інтегрального фінансового ризику FDR. Подання показників на різних осях дозволяє наочно продемонструвати мультиплікативний характер моделі, за якого навіть помірне зростання DPI призводить до суттєвого збільшення фінансових втрат.

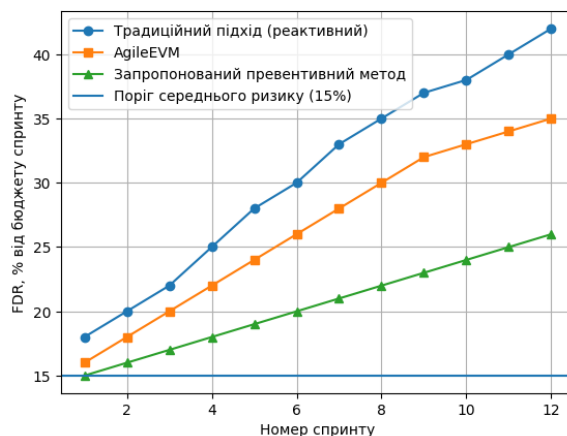


Рис. 4. Порівняння методів управління бюджетними ризиками

На рис. 4 наведено порівняння динаміки інтегрального фінансового ризику затримки для різних підходів до управління бюджетом ІТ-проєкту. Традиційний реактивний підхід демонструє стрімке зростання FDR, що вже з середини проєкту призводить до перевищення порогових значень ризику. Метод AgileEVM забезпечує певне зменшення темпів зростання фінансових втрат, однак не дозволяє уникнути переходу у зону високого ризику на пізніх спринтах.

Натомість запропонований превентивний метод характеризується суттєво нижчим рівнем FDR упродовж усього періоду виконання проєкту. Це пояснюється можливістю раннього виявлення негативних тенденцій на основі метрик продуктивності Scrum-команди та своєчасного застосування коригувальних управлінських дій. У середньому використання розробленого методу дозволяє знизити фінансовий ризик на 25–35% у порівнянні з традиційними підходами.

Для демонстрації практичного застосування методу розглянемо приклад розрахунку для проєкту з командою із 6 розробників. Вхідні параметри проєкту: денна вартість команди становить \$2400, тривалість спринту - 10 робочих днів, коефіцієнт накладних витрат - 1.2, бюджет спринту - \$28800. За умовами SLA штраф складає 5% при затримці 3-5 днів та 10% при затримці понад 5 днів.

За результатами аналізу даних поточного спринту отримано такі значення метрик: $VSI = 0.72$, $VT = 0.65$, $SCR = 0.58$, $DR = 0.80$, $BHI = 0.61$. Розрахунок індексу ймовірності затримки виконується підстановкою значень у формулу DPI із застосуванням рекомендованих вагових коефіцієнтів, що дає $DPI = 0.25 \times (1 - 0.72) + 0.20 \times (1 - 0.65) + 0.20 \times (1 - 0.58) + 0.15 \times (1 - 0.80) + 0.20 \times (1 - 0.61) = 0.07 + 0.07 + 0.084 + 0.03 + 0.078 = 0.332$.

Вартість затримки у часі становить $TCD = \$2400 \times 10 \times 1.2 = \28800 . Прогнозована затримка при $DPI = 0.332$ складає $0.332 \times 10 = 3.32$ дня, що відповідає першому рівню штрафу $SPF = 0.05 \times \$28800 = \1440 . Інтегральний показник фінансового ризику дорівнює $FDR = 0.332 \times (\$28800 + \$1440) = \$10048$, що становить 34.9% бюджету спринту. Наведений приклад ілюструє кризовий сценарій з кумулятивним негативним впливом кількох факторів, тоді як у

типових проєктах значення FDR зазвичай знаходиться в межах 8-20% бюджету спринту.

Оскільки FDR значно перевищує поріг $T2 = 15\%$, ситуація класифікується як високий ризик і потребує негайної ескалації. Аналіз компонентів DPI показує, що найбільший внесок у ризик створюють низькі значення SCR та BNI, що свідчить про проблеми із стабільністю обсягу робіт та відставання від плану. Рекомендовані управлінські дії включають перегляд обсягу спринту, виявлення та усунення блокерів, а також інформування клієнта про потенційну затримку з пропозицією компенсаційних заходів.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.

У статті розроблено метод превентивного управління бюджетними ризиками IT-проєктів, що базується на аналізі метрик продуктивності Scrum-команди. Наукова новизна результатів полягає у формалізації кількісного зв'язку між операційними показниками спринтів та фінансовими втратами проєкту, що на відміну від існуючих підходів дозволяє трансформувати абстрактні метрики продуктивності у конкретні грошові оцінки ризику.

Запропонована інтегральна модель оцінки фінансового ризику затримки поєднує індекс ймовірності затримки, вартість затримки у часі та функцію штрафних санкцій SLA. Модель забезпечує ранню ідентифікацію бюджетних ризиків на основі даних, що автоматично збираються системами управління проєктами, без потреби у додаткових експертних оцінках.

Розроблений алгоритм прийняття управлінських рішень формалізує процес реагування на виявлені ризики через систему порогових значень, що забезпечує об'єктивність та відтворюваність управлінських рішень. Експериментальна апробація методу на даних проєктів IT-аутсорсингу підтвердила його ефективність для раннього виявлення бюджетних відхилень.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з інтеграцією розробленого методу до системи підтримки прийняття рішень з автоматизованим збором даних та візуалізацією результатів, а також з розширенням моделі за рахунок урахування комунікаційних метрик команди.

Список використаної літератури:

1. The Standish Group. CHAOS Report 2020: Beyond Infinity. The Standish Group International, 2020. 25 p.
2. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Newtown Square: PMI, 2021. 370 p.
3. Boehm B., Turner R. Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed. Boston: Addison-Wesley, 2004. 304 p.
4. Cohn M. Agile Estimating and Planning. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005. 368 p.
5. Chow T., Cao D. A survey study of critical success factors in agile software projects. Journal of Systems and Software. 2008. Vol. 81, No. 6. P. 961-971.
6. Sulaiman T., Barton B., Blackburn T. AgileEVM - Earned Value Management in Scrum Projects. Proceedings of AGILE 2006 Conference. Minneapolis, 2006. P. 7-16.
7. Бушуєв С. Д., Бушуєва Н. С. Управління проектами: основи професійних знань та система оцінки компетентності проектних менеджерів. Київ: ІРІДІУМ, 2006. 256 с.
8. Ясінецький О. О., Фесенко Т. Г. Управління ризиками ІТ проєктів: аналітичний огляд досліджень. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2025. № 1(10). С. 98-109.
9. Schwaber K., Sutherland J. The Scrum Guide. Scrum.org, 2020. 14 p.
10. ISO 31000:2018. Risk management - Guidelines. Geneva: ISO, 2018. 16 p.
11. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 13th ed. Hoboken: Wiley, 2022. 814 p.
12. Project Management Institute. Agile Practice Guide. Newtown Square: PMI, 2017. 210 p.

Відомості про авторів:

Ясінецький Олег Олегович – старший викладач кафедри Технологій цифрового розвитку Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, тел. +380990578063, e-mail: o.yasineckiy@duikt.edu.ua.

Жебка Вікторія Вікторівна – д.т.н., професор, зав. кафедри Технологій цифрового розвитку Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, тел. +380730508300, e-mail: v.zhebka@duikt.edu.ua.

Стежко Світлана Орестівна – к.п.н., доцент, зав.кафедри Української мови Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, тел. +380672638973, e-mail: svitlinka@ukr.net.