

І.Ю. ПАНФЬОРОВА, В.В. ШУТЬКО

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПАРАМЕТРИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЙ ІТ-ПРОЄКТУ МІГРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДО ХМАРНОЇ ПЛАТФОРМИ

Розглянуто проблему підтримки локально розгорнутих інформаційних систем (ІС). Розглянуто міграцію ІС до хмари як один зі способів вирішення проблеми підтримки локально розгорнутих ІС. Представлено ІТ-проект як реалізацію процесу міграції ІС до хмари. Основну увагу зосереджено на методах оцінки тривалості операцій при виконанні ІТ-проекту міграції ІС до хмари. Виконано аналіз існуючих методів оцінювання тривалості операцій. Запропоновано метод параметричного оцінювання на основі одного з провідних методів оцінки тривалості операцій – методу PERT. Порівняно точність оцінювання методу PERT та розробленого методу параметричного оцінювання на основі методу PERT.

1. Вступ

В епоху цифрової трансформації міграція ІС до хмарних платформ (також званих далі хмарами) відокремлюється як один з ключових аспектів стратегічного розвитку для багатьох організацій. Це пояснюється тим, що хмари пропонують ряд переваг, які можуть значно покращити ефективність, гнучкість, безпеку та економічну ефективність ІТ-інфраструктури.

Міграція ІС до хмари – це процес, при якому цифрові активи, такі як дані, застосунки, переносяться до інфраструктури обраного хмарного провайдера. Традиційно організації розгортали ІС на самостійно керованій ІТ-інфраструктурі, яка підтримувалася в локальному дата-центрі. Такий підхід має свої переваги. Організації мають повний контроль над ІТ-інфраструктурою – над програмною та апаратною частинами – та можуть адаптувати їх під свої специфічні потреби. Крім того, при локально розгорнутих ІС організації мають безпосередній доступ до даних та незалежні від сторонніх систем, де ці дані могли б зберігатися. Однак такий підхід має й свої недоліки. При розгортанні ІС локально витрати на обладнання, його супровід, забезпечення необхідного рівня безпеки покладені безпосередньо на організацію. Крім того, з'являються проблеми масштабованості апаратного забезпечення, захисту від кібератак, резервного копіювання, плану відновлення при виникненні екстрених обставин (природного або штучного характеру) [1].

Міграція до хмари дозволяє усунути зазначені вище недоліки локального розгортання: хмарні провайдери забезпечують готову інфраструктуру, що включає сервери, мережеве обладнання та інші ресурси, а обслуговування може бути оплачене за різними моделями, такими як pay-as-you-go, pay-more-with-less, fixed/prepaid subscriptions та багатьма іншими [2]. Переважна більшість хмарних платформ надає інструменти для шифрування, аутентифікації та контролю доступу, що допомагає зменшити ризик витоку чутливої інформації. Хмарні платформи надають можливість легко масштабувати інфраструктурні ресурси (віртуальні машини, кластери) відповідно до потреб організації, що забезпечує ефективне функціонування навіть при стрімкому збільшенні обсягів даних чи підвищенні використання апаратних ресурсів. Провідні хмарні провайдери мають великий досвід у сфері кібербезпеки та використовують сучасні технології для виявлення та запобігання кібератакам. Вони також надають інструменти для моніторингу та відстеження подій у режимі реального часу. Багато

хмарних платформ автоматизують процеси резервного копіювання та відновлення даних, що дозволяє ефективно зберігати та відновлювати інформацію в разі виникнення проблем.

2. Аналіз літературних джерел та визначення проблеми дослідження

Міграція ІС до хмарної платформи виконується в межах спеціально організованих ІТ-проектів. Основними особливостями ІТ-проекту міграції ІС до хмари та головною відмінністю від ІТ-проекту створення нової системи з нуля є необхідність переносу усіх даних зі «старої» системи до «нової» та виконання детального регресійного аналізу для переконання, що нова система є функціонально ідентичною старій та виключено будь-яку втрату наявних даних, особливо для великих підприємств.

ІТ-проекти міграції ІС до хмари, як і усі інші проекти, потребують ретельного планування усіх видів ресурсів – часових, кадрових та фінансових. Планування часових ресурсів проекту включає в себе оцінку тривалості виконання проекту. Оцінка тривалості виконання проекту, в свою чергу, складається з оцінок тривалості усіх операцій проекту. Таким чином формується задача оцінки тривалості операцій ІТ-проекту міграції ІС до хмари.

Крім задачі оцінки тривалості операцій для ІТ-проекту міграції ІС до хмари можна виділити такі специфічні задачі, як розробка та реалізація шаблону міграції ІС до хмари, аналіз та оцінка сумісності існуючої системи з наявними хмарними рішеннями. Перелічені задачі наразі не мають єдиного підходу до вирішення та потребують детального вивчення та аналізу для кожного специфічного проекту міграції даних.

На протипагу цьому, для вирішення задачі оцінки тривалості операцій ІТ-проекту були розроблені спеціальні методи оцінювання [3]. Найвідомішими класичними методами є: метод експертної оцінки (Expert Judgment), метод оцінювання за аналогами (Analogous Estimation) та метод аналізу та перегляду сценаріїв (Program Evaluation and Review Technique – PERT) [4].

Експертне оцінювання використовується для ситуацій, які вимагають звернення до експертного судження задля перевірки, інтерпретації та інтеграції наявних даних, оцінки впливу змін, прогнозування виникнення майбутніх подій і наслідків прийняття того чи іншого рішення, базуючись на думці експертів у відповідній галузі [5].

Метод оцінювання за аналогами у більшості проектів використовується для первинного оцінювання на стадіях ініціації та планування. Рівень точності такого оцінювання залежить від ступеня подібності між оцінюваним проектом та аналогічним проектом/результатом, який оцінювався раніше [6].

Метод PERT використовується для комплексних проектів, для яких поставлено такі задачі: оцінювання кількості часу, необхідного для завершення проекту; відображення залежностей між операціями проекту; визначення критичного шляху проекту; визначення ймовірності того, що проект буде завершено в заданий термін [7].

Для управління сучасними ІТ-проектами зазвичай використовують цілі фреймворки – заздалегідь визначені та структуровані правила, процеси, в межах яких відбувається діяльність, пов'язана з управлінням проектом. Найвідомішими представниками таких фреймворків є Scrum та Kanban. Обидва фреймворки є втіленнями Agile-методології управління ІТ-проектами.

Фреймворк Scrum використовує спеціальні сесії Product Backlog Refinement, під час яких розробники виконують перегляд та оцінку наявних задач. Основним методом оцінки тривалості виконання операції у Scrum є комбінація методу експертної оцінки та методу оцінювання за аналогами [8].

Фреймворк Kanban, в свою чергу, не передбачає спеціально відведених сесій для перегляду і оцінки задач та орієнтований на змінні пріоритети і візуалізацію виконання операцій. Оцінка тривалості виконання операції має лише приблизний характер, тобто точність оцінювання не є пріоритетом [9].

В реальних проєктах міграції ІС до хмари завжди має місце деякий ступінь невизначеності (потенційні проблеми при міграції даних, застосунків, проблеми з сумісністю). Найкраще адаптованими до невизначеності є Scrum та Kanban. Проте, ці фреймворки не надають єдиного механізму консолідації експертних висновків. Відсутність такого механізму не притаманна методу PERT, в якому вплив невизначеності на кінцеву оцінку частково нівелюється завдяки використанню середньозваженої оцінки експертних висновків. Досягається це завдяки застосуванню середньозваженого оптимістичного, найімовірнішого та песимістичного часу виконання операції. Ця особливість методу PERT робить його привабливішим в контексті менеджменту проєктів на фоні інших методів та краще підходить для комплексних, масштабних ІТ-проєктів [10].

Метод PERT використовує для розрахунку тривалості виконання операції три можливі сценарії, причому найбільшу перевагу віддано найімовірнішому сценарію. Такий підхід дозволяє врахувати невизначеність та ризики, пов'язані з тривалістю операцій: кожен сценарій репрезентує різні умови чи обставини, що впливають на тривалість операції. Крім цього, використання трьох сценаріїв дає змогу мінімізувати вплив недооцінки/переоцінки обставин для запобігання формування фіктивних оцінок за рахунок усереднення підсумкової оцінки. Використання кількох сценаріїв сприяє формуванню реалістичніших та адекватніших оцінок (за умови адекватності формування сценаріїв), що дозволяє виконувати ретельніше та точніше планування розкладу усього ІТ-проєкту.

Такий спосіб оцінювання має й свої недоліки. По-перше, адекватність оцінки тривалості операції залежить від адекватності формування кожного сценарію. Неадекватні оцінки сприяють неадекватному результату, на який не можна орієнтуватися. Для формування адекватних сценаріїв необхідно витратити додатковий час, якщо порівнювати з методами експертного оцінювання або оцінювання за аналогами, адже тут експертам необхідно врахувати три можливі сценарії розвитку подій (або залучити більше експертів, що призведе до збільшення витрат). По-друге, адекватність оцінки залежить не тільки від адекватності сформованих сценаріїв, а й від коефіцієнтів, які визначають вплив кожного сценарію на кінцевий результат. Тобто орієнтованість на найімовірніший сценарій з мінімальним урахуванням впливу інших сценаріїв може не відображати усі можливі випадки при оцінюванні тривалості операцій ІТ-проєктів.

Існує кілька модифікацій методу PERT, проте лише в одній з них (Modified PERT) втілено можливість регулювати вплив найімовірнішого сценарію на кінцеву оцінку тривалості операцій [11].

3. Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є підвищення точності оцінювання витрат часу на виконання ІТ-проєкту міграції ІС до хмари. Досягнення поставленої мети сприятиме покращенню планування часових ресурсів проєкту, що дозволить будувати точніші прогнози щодо строків виконання як окремих операцій проєкту, так і усього проєкту в цілому. В свою чергу, точніші прогнози часових витрат можуть позитивно вплинути на інші ресурси проєкту – зокрема, матеріальні, адже що ретельніше виконується планування часових ресурсів, тим більші

надаються можливості для ефективного розподілу матеріальних ресурсів, необхідних для виконання операцій проекту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати аналіз існуючої модифікації методу PERT (Modified PERT);
- розробити метод параметричного оцінювання на базі методу PERT для оцінки тривалості виконання операцій ІТ-проекту міграції ІС до хмари, що надає можливість визначати вплив кожного з можливих сценаріїв на кінцеву оцінку;
- виконати оцінку тривалості операцій ІТ-проекту міграції ІС до хмари з використанням розробленої модифікації методу PERT;
- провести порівняльний аналіз точності оцінок тривалості операцій оригінальним методом PERT та розробленим методом параметричного оцінювання на базі методу PERT.

4. Матеріали і методи дослідження

Для виконання оцінки тривалості операції в методі PERT використовується формула

$$T = \frac{a + 4b + c}{6}, \quad (1)$$

де T – середньозважений час виконання операції; a – оптимістичний час виконання операції; b – найімовірніший час виконання операції; c – песимістичний час виконання операції.

Метод PERT заснований на припущенні, що час виконання будь-якої операції проекту є випадковою величиною і найкраще описується бета-розподілом [10]. Функція розподілу часу виконання операції має вигляд

$$f(t) = \frac{(t-a)^{\alpha-1} (c-t)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta) (c-a)^{\alpha+\beta-1}}, \quad (2)$$

де $f(t)$ – функція розподілу часу виконання операції; t – найімовірніший час виконання операції; $B(\alpha, \beta)$ – бета-функція; α, β – параметри бета-розподілу; a – оптимістичний час виконання операції; b – найімовірніший час виконання операції; c – песимістичний час виконання операції.

Параметри бета-розподілу α та β розраховуються за формулами [12]:

$$\alpha = \frac{4b + c - 5a}{c - a} = 1 + 4 \frac{b - a}{c - a}, \quad (3)$$

$$\beta = \frac{5c - a - 4b}{c - b} = 1 + 4 \frac{c - b}{c - a}, \quad (4)$$

де a – оптимістичний час виконання операції; b – найімовірніший час виконання операції; c – песимістичний час виконання операції.

Таким чином, можна зробити висновок, що розрахунок параметрів бета-розподілу α та β базується значною мірою на значенні найімовірнішого сценарію і в меншій мірі – на значеннях оптимістичного та песимістичного сценаріїв.

Функція розподілу ймовірності Modified PERT описується формулою (2). Розрахунок параметрів бета-розподілу α та β у Modified PERT виконується за формулами [11].

$$\alpha = 1 + \gamma \frac{b-a}{c-a}, \quad (5)$$

$$\beta = 1 + \gamma \frac{c-b}{c-a}, \quad (6)$$

де γ – параметр для керування ступенем невизначеності (ваговий коефіцієнт); a – оптимістичний час виконання операції; b – найімовірніший час виконання операції; c – песимістичний час виконання операції.

Для розрахунку середнього значення часу виконання операції у модифікованому методі PERT використовується формула:

$$\mu = \frac{a + \gamma b + c}{\gamma + 2}, \quad (7)$$

де μ – середнє значення часу виконання операції; a – оптимістичний час виконання операції; γ – параметр для керування ступенем невизначеності (ваговий коефіцієнт); b – найімовірніший час виконання операції; c – песимістичний час виконання операції.

Перевагою даної модифікації є можливість керування ступенем невизначеності при розрахунку середнього часу виконання операції шляхом коригування значення параметра γ . Графік кривої розподілу часу виконання операції з урахуванням змін значень параметра γ наведено на рис. 1 [11].

Рис. 1 демонструє, що при значенні параметра $\gamma = 4$ графік є аналогічним графіку в оригінальному методі PERT. В свою чергу, збільшення параметра γ призводить до зменшення ступеня невизначеності часу виконання операції та збільшення ймовірності розвитку подій за найімовірнішим сценарієм. Навпаки, зменшення параметра γ призводить до збільшення ступеня невизначеності часу виконання операції та майже

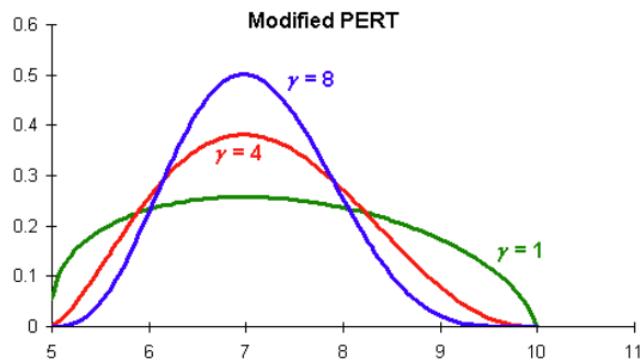


Рис. 1. Зміна форми графіка кривої бета-розподілу в залежності від параметра γ

рівномірного розподілу ймовірності розвитку подій за кожним з можливих сценаріїв. Найкращим у випадку використання Modified PERT є значення параметру γ у діапазоні $2 \leq \gamma \leq 3$. Такий вибір значення параметру γ надає змогу збалансувати ступінь невизначеності при розрахунках середнього значення часу тривалості операції [11].

Проте дана модифікація методу PERT має значний недолік. Підхід, запропонований у Modified PERT, дозволяє впливати лише на найімовірніше значення завдяки зміні параметру γ , а оптимістичні та песимістичні значення автоматично підлаштовуються під зміну цього параметру. Тобто значною мірою буде змінюватися значення ймовірності сценарію b (найімовірнішого), при зменшенні ймовірності настання оптимістичного та песимістичного сценаріїв.

5. Результати дослідження

5.1 Розробка методу параметричного оцінювання на базі методу PERT

Для вирішення проблеми орієнтованості на найімовірніший сценарій, яка наявна в оригінальному методі PERT, середнє значення часу виконання операції пропонується розраховувати за модифікованою формулою

$$\mu = \frac{\chi a + \delta b + \varepsilon c}{\chi + \delta + \varepsilon}, \quad (8)$$

де μ – середнє значення часу виконання операції; χ – ваговий коефіцієнт оптимістичного сценарію; a – час виконання операції за оптимістичним сценарієм; δ – ваговий коефіцієнт найімовірнішого сценарію; b – час виконання операції за найімовірнішим сценарієм; ε – ваговий коефіцієнт песимістичного сценарію; c – час виконання операції за песимістичним сценарієм.

У формулі (8) можливим сценаріям часу виконання операції a , b та c призначено деякі вагові коефіцієнти χ , δ та ε , що визначаються експертами, виходячи з вимоги $\chi, \delta, \varepsilon \in R$.

Дана модифікація дає змогу призначати можливим сценаріям виконання тієї чи іншої операції проекту такі вагові коефіцієнти, які, на думку експертів, будуть найрелевантнішими в контексті виконання специфічної операції.

Виходячи з формули (8), параметри бета-розподілу α та β розраховуються за формулами

$$\alpha = (\chi + \delta + \varepsilon) \frac{\mu - a}{c - a}, \quad (9)$$

$$\beta = (\chi + \delta + \varepsilon) \frac{c - \mu}{c - a}, \quad (10)$$

де χ – ваговий коефіцієнт оптимістичного сценарію; δ – ваговий коефіцієнт найімовірнішого сценарію; ε – ваговий коефіцієнт песимістичного сценарію; де μ – середнє значення часу виконання операції; a – час виконання операції за оптимістичним сценарієм; c – час виконання операції за песимістичним сценарієм.

5.2 Оцінка тривалості операцій оригінальним методом PERT та розробленим методом параметричного оцінювання на базі методу PERT

Виконано порівняння точності оцінки тривалості операцій з використанням оригінального методу PERT та розробленого методу параметричного оцінювання на базі методу PERT на практичному прикладі з реального ІТ-проекту міграції ІС до Google Cloud Platform. Розглянуто три задачі, що виконувалися розробником програмного забезпечення рівня junior без наявності попереднього досвіду виконання подібних задач та за умови, що задачі мають бути виконані у відведений термін – 10 робочих днів.

Задача 1. Створити кодову базу (репозиторій) для розміщення хмарних конфігурацій модулів ІС, налаштувати базові шаблонні конвеєри CI/CD (за допомогою DevOps спеціалістів).

Задача 2. Проаналізувати сервіс Google Cloud Storage в контексті організації збереження та версіювання даних. Надати інформацію щодо квот та лімітів на зберігання. Результати аналізу оформити як документ та презентувати результати команді розробників.

Задача 3. Проаналізувати існуючі готові рішення щодо конфігураційного серверу, порівняння альтернатив за параметрами «сумісність з Google Cloud Run» та «швидкодія». Розробити мінімальний доказ концепції (Proof of Concept, POC) та презентувати команді.

Нижче наведено оцінки тривалості операцій за оригінальним методом PERT (табл. 1) та розробленим методом параметричного оцінювання на базі методу PERT (табл. 2). Деталі розрахунків коефіцієнтів χ , δ та ε було опущено. Реальну тривалість виконання розробником трьох задач наведено в табл. 3.

Таблиця 1

Результати розрахунків часу виконання операцій за методом PERT

Задача	<i>a</i> , дні	<i>b</i> , дні	<i>c</i> , дні	μ , дні
1	1	2	3	2
2	2	3	4	3
3	4	5	6	5
Всього, дні	10			

Таблиця 2

Результати розрахунків часу виконання операцій за розробленим методом параметричного оцінювання на базі методу PERT

Задача	<i>a</i> , дні	χ	<i>b</i> , дні	δ	<i>c</i> , дні	ε	μ , дні
1	1	1	2	1	3	2,75	2,36
2	2	1	3	1	4	2,75	3,36
3	4	1	5	1	6	2,75	5,36
Всього, дні	11,10						

Дані про точність оцінки оригінальним та розробленим методами наведено в табл. 4.

Згідно з табл. 4, метод параметричного оцінювання на базі методу PERT в контексті вирішення поставленої задачі показав точність оцінки у 97,36%. На противагу цьому, оригінальний метод PERT показав точність у 87,71%, що свідчить про кращу адаптованість розробленого методу

Спостережувана (реальна) тривалість виконання операцій

Задача	Тривалість
1	2,3
2	3,5
3	5,6
Всього, дні	11,4

Таблиця 3

параметричного оцінювання для задач, де неможливо однозначно спиратися на найімовірніший сценарій тривалості операції.

Для прикладу наведено графік функції розподілу ймовірності (Probability Distribution Function, PDF) часу виконання задачі 1 для оригінального методу PERT (рис. 2) та розробленого методу (рис. 3).

Таблиця 4
Дані про точність оцінки оригінальним та модифікованим методами PERT

Метод	Точність оцінки, %
PERT	87,71
Параметричного оцінювання на базі методу PERT	97,36

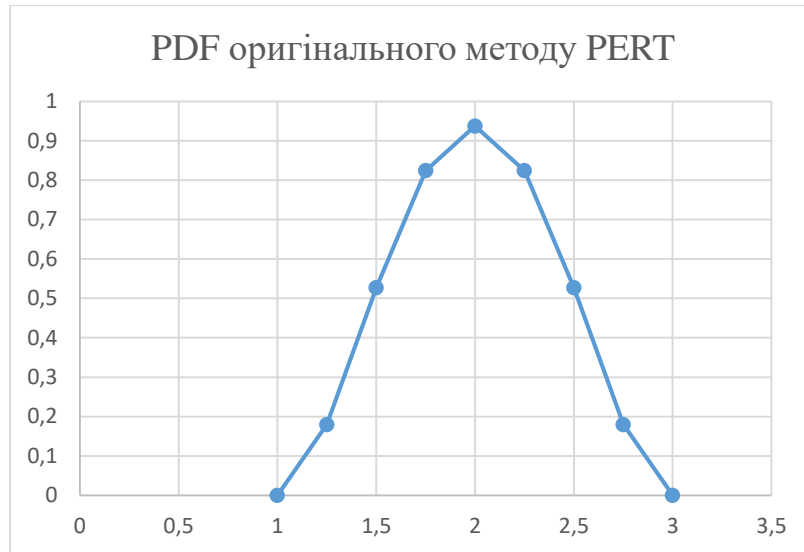


Рис.2 Розподіл ймовірності часу виконання задачі 1 для оригінального методу PERT

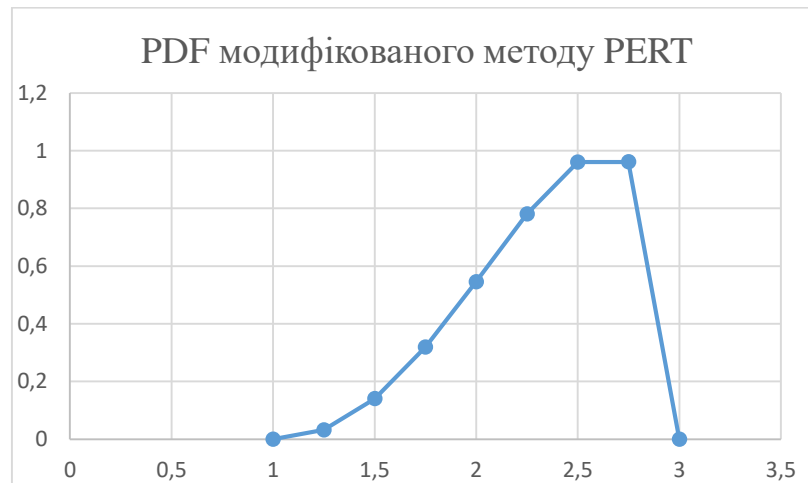


Рис.3 Розподіл ймовірності часу виконання задачі 1 для методу параметричного оцінювання на базі методу PERT

Рис. 2 демонструє відповідність середнього часу виконання задачі 1 найімовірнішому сценарію. На протипагу цьому, рис. 3 показує, що середній час виконання операції буде спиратися більше на песимістичний сценарій, завдяки варіативним ваговим коефіцієнтам при

можливих сценаріях. Такий результат відображає висновки експертів, за якими розробник рівня junior без попереднього досвіду вирішення задач, подібних до задачі 1, має витратити деякий час на ознайомлення з процесами вирішення задачі та сформувавши план вирішення задачі, перш ніж братися за її виконання. Метод параметричного оцінювання на базі методу PERT надає можливість враховувати експертні висновки щодо впливу кожного сценарію на кінцеву оцінку тривалості операції і саме тому здатний надати точнішу оцінку тривалості виконання операції, ніж оригінальний метод PERT.

6. Обговорення результатів дослідження

За результатами дослідження було практично підтверджено перевагу методу параметричного оцінювання на базі методу PERT над оригінальним в контексті точності оцінювання тривалості операцій. Перевагу було підтверджено для операцій проекту, оцінка тривалості яких не спиралася на найімовірніший сценарій тривалості.

На основі цих результатів можна зробити такий висновок: для отримання точнішої оцінки тривалості операцій проекту є доцільним використовувати модифікований метод PERT замість оригінального при актуальності припущень:

- час виконання операції розподілений за бета-розподілом;
- контекст операції (наявність часових, трудових та матеріальних ресурсів, їх завантаженість та доступність) не спирається на найімовірніший сценарій.

Однак метод параметричного оцінювання на основі методу PERT можна використовувати і у випадку, коли контекст досліджуваної операції спирається на найімовірніший сценарій. Для цього треба прийняти у формулі (8) значення вагових коефіцієнтів $\chi=1$, $\delta=4$ та $\varepsilon=1$. З цими значеннями розроблений метод параметричного оцінювання зводиться до оригінального PERT.

Цей висновок дозволяє визнати розроблений метод привабливішим за оригінальний при оцінюванні тривалості операцій проекту.

7. Висновки

Аналіз існуючої модифікації методу PERT (Modified PERT) показав, що така модифікація дозволяє керувати ступенем невизначеності при розрахунку часу тривалості операції завдяки варіативному параметру при найімовірнішому сценарії. Однак Modified PERT все ще спирається на найімовірніший сценарій, що не вирішує другої поставленої задачі дослідження.

Запропоновано метод параметричного оцінювання на базі методу PERT, який дозволяє уникнути орієнтованості на найімовірніший сценарій та, за потреби, враховувати вплив інших сценаріїв на кінцевий результат оцінювання тривалості операції.

На практичному прикладі порівняно точність оцінювання тривалості операцій оригінальним методом та розробленим методом параметричного оцінювання і з'ясовано, що для ситуацій, коли контекст операції не спирається на найімовірніший сценарій, розроблений метод дозволяє оцінити тривалість операції точніше за оригінальний.

Подальшим розвитком розробленого методу є створення загальної системи критеріїв для спрощення розрахунку варіативних коефіцієнтів експертами. Для цього необхідно розглянути певну сукупність IT-проектів міграції ІС до хмари, провести детальний аналіз типових задач, що виконуються в межах операцій, та сформувавши приблизний список критеріїв, за якими експерти будуть визначати вплив відповідного сценарію на кінцеву оцінку тривалості операції.

Перелік посилань

1. What is cloud migration? *Amazon*. URL: https://aws.amazon.com/what-is/cloud-migration/?nc1=h_ls (дата звернення 15.12.2023).
2. Cloud computing costs: Models & Savings. *Rikkeisoft*. URL: <https://rikkeisoft.com/blog/cloud-computing-costs/> (дата звернення 03.01.2024).
3. Estimate activity durations: Tools and techniques. *A Guide to the PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE*, 6th ed., Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2017. P. 200–203.

4. Brown L. Understanding estimate activity durations in project management. *Invensis Learning Blog*. URL: <https://www.invensislearning.com/blog/estimate-activity-durations/> (дата звернення 03.01.2024).
5. Sotille M. Projectmanagement.com - expert judgment. *ProjectManagement.com*. URL: <https://www.projectmanagement.com/wikis/344587/Expert-judgment> (дата звернення 03.01.2024).
6. Oberholtzer. J. ProjectManagement.com - analogous estimating. *ProjectManagement.com*. URL: <https://www.projectmanagement.com/wikis/368759/Analogous-estimating> (дата звернення 03.01.2024).
7. PERT. Summary Report Phase 1. Reference Copy. National Technical Information Service, Washington, D.C., Jul. 1958.
8. Wonohardjo E. P., Sunaryo R. F., Sudiyono Y., Surantha N. A Systematic Review Of SCRUM In Software Development. *INTERNATIONAL JOURNAL ON INFORMATICS VISUALIZATION*, Jakarta, 2019.
9. Riaz M. N. Implementation of Kanban Techniques in Software Development Process: An Empirical Study Based on Benefits and Challenges. Sukkur IBA University, Sukkur, 2019.
10. Chai W., Brush K. What is a pert chart and how to use it, with examples. *Software Quality*. URL: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/PERT-chart> (дата звернення 03.01.2024).
11. Buchsbaum P. Modified PERT Simulation. Brasil, *Great Solutions*, 2012. URL: https://www.academia.edu/99710071/Modified_Pert_Simulation (дата звернення 07.03.2024)
12. Davis R. Teaching Note—Teaching Project Simulation in Excel Using PERT-Beta Distributions.: Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), Maryland, USA, 2008.

Надійшла до редколегії 07.02.2024 р.

Панфьорова Ірина Юрївна, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри ІУС ХНУРЕ, м. Харків, Україна, e-mail: iryna.panforova@nure.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7032-9109> (науковий керівник здобувача вищої освіти Шутька Віктора Валерійовича).

Шутько Віктор Валерійович, здобувач вищої освіти, група УППІТм-22-1, факультет комп'ютерних наук, ХНУРЕ, м. Харків, Україна, e-mail: viktor.shutko@nure.ua.

УДК [519.816:005.53]:004.89

DOI: 10.30837/0135-1710.2024.180.036

Т.Г. БІЛОВА, В.М. ДЬОМІНА, І.О. ПОБІЖЕНКО, О.О. ОСТАПЕНКО

МЕТОД МІРКУВАНЬ НА ПРЕЦЕДЕНТАХ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ГУМАНІТАРНОМУ РЕАГУВАННІ

Розглянуто особливості прийняття рішень в гуманітарному реагуванні. Визначено функції та структуру системи підтримки прийняття рішень в гуманітарному реагуванні, що базується на попередньо накопиченому досвіді прийняття рішень в даній предметній області. Як основу для представлення знань використано модифікований метод міркувань на прецедентах, що дозволяє адаптувати попередні рішення до поточної ситуації. Експериментальна перевірка отриманих результатів показала високий рівень ефективності використання запропонованого методу.

1. Вступ

За два роки військових дій гуманітарна ситуація в Україні різко погіршується. За даними Плану гуманітарних потреб та реагування на 2024 рік [1], допомоги потребують 14,6 млн. населення країни. За цей час накопичений певний досвід надання допомоги, вироблені типові сценарії гуманітарного реагування та критерії оцінки їхньої якості, внесені відповідні зміни до законодавства України. Постає питання можливості використання цього досвіду для подальшого прийняття рішень в гуманітарному реагуванні.

Складність автоматизації процесів прийняття рішень в гуманітарному реагуванні пов'язана з мінливістю становища в зоні бойових дій, низькою прогнозованістю перебігу будь-