

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЕКТАМИ ЯК СКЛАДНИМИ СИСТЕМАМИ

Алам Є.ІІІ.

e-mail: yelyzaveta.alam@nure.ua

Науковий керівник – канд. фіз.-мат. наук Луханін В.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра прикладної математики
м. Харків, Україна

Traditional qualitative methods often struggle to balance strict deadlines and budgets in IT projects. This study proposes a two-stage mathematical optimization model combining the critical path method (CPM) and linear programming to minimize total costs without delaying completion. By identifying and shifting non-critical tasks within their time reserves, managers can utilize more cost-effective execution methods. The developed model can be easily implemented using standard spreadsheet solvers and integrated into corporate project management systems.

У сучасному світі, коли технології стрімко розвиваються, ІТ-проекти стають ключовим елементом успішного функціонування підприємств. Унікальність розробки програмного забезпечення полягає в її високій інноваційності, динаміці та значній невизначеності щодо кінцевого результату. Управління такими проектами стає дедалі складнішим, тому перед керівником постійно постає компромісна задача: як своєчасно випустити ІТ-продукт, раціонально розподілити ресурси та не перевищити жорсткі фінансові ліміти [1]. Хоча сьогодні в індустрії широкої популярності набули гнучкі методології [2], які дозволяють швидше та гнучкіше реагувати на зміни вимог замовника, вони не завжди здатні вирішити проблему точного планування для проектів із заздалегідь фіксованим бюджетом та дедлайном. Для подолання цих викликів та уникнення фінансових ризиків необхідний перехід від якісного опису управління до кількісного математичного моделювання [3]. Ефективним інструментом для такої оптимізації є поєднання методу критичного шляху та апарату лінійного програмування. Цей підхід ґрунтується на знаходженні критичного шляху та використанні резервів часу некритичних робіт для мінімізації вартості, спираючись на припущення про лінійну залежність між часом виконання роботи та її вартістю. Зсуваючи виконання некритичних завдань на більш пізній час у межах їхніх часових резервів, керівник уникає використання дорогих «прискорених» сценаріїв і отримує змогу застосувати дешевші методи виконання робіт, тим самим ефективно оптимізуючи загальний бюджет. Більше того, математична формалізація цієї задачі дозволяє автоматизувати процес прийняття рішень за допомогою доступних програмних засобів, зокрема оптимізаційних надбудов табличних процесорів. Такий перехід від якісних оцінок до

точних кількісних методів значно підвищує обґрунтованість планування та загальну ефективність управління ІТ-проектом. У підсумку це дає змогу керівнику звести витрати до математичного мінімуму [1,4], жорстко гарантуючи при цьому дотримання директивної тривалості розробки.

Нехай реалізація ІТ-проекту передбачає виконання n робіт.

а) Час виконання (Тривалість): d_i – очікувана тривалість i -ї роботи ($i=1,...,n$).

б) Мережева топологія: P – множина впорядкованих пар, що відображає залежності між роботами, де $(j,i) \in P$ тоді і лише тоді, коли робота i повинна бути завершена до початку виконання роботи j .

в) Змінні ранніх строків: r_i – найбільш ранній можливий час початку виконання i -ї роботи.

г) Змінні пізніх строків: p_i – пізній можливий час початку виконання i -ї роботи.

д) Оптимальний час (дедлайн): T^* – оптимум цільової функції ранніх строків, що визначає базу для розрахунку мінімального часу реалізації проекту.

Метод лінійного програмування для цієї задачі розв'язується у два етапи.

Етап 1. Пошук найбільш раннього розкладу.

Цільова функція мінімізує суму ранніх строків початку робіт:

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n \rightarrow \min.$$

Оптимум T^* цієї функції дозволяє визначити мінімальний час реалізації усього проекту, який дорівнює $T^* + d_n$.

Етап 2. Пошук пізнього розкладу (виявлення резервів для здешевлення).

Знаючи T^* , ми максимізуємо час початку робіт:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n \rightarrow \max.$$

Мінімізація вартості ІТ-проекту без порушення дедлайну досягається завдяки цілеспрямованому використанню часових резервів некритичних робіт. Завдання, що утворюють критичний шлях, не мають запасу часу, тому їхня затримка неминуче зриває терміни всього проекту. Натомість решта робіт володіють часовими резервами: проміжком між найбільш ранніми та пізніми строками початку. Оскільки прискорене виконання завдань вимагає додаткових ресурсів і завжди коштує дорожче, керівник може зсувати або розтягувати некритичні роботи в межах їхніх резервів, застосовуючи значно дешевші «стандартні» методи виконання. Таке маневрування дозволяє звести сумарні витрати до мінімуму, жорстко гарантуючи при цьому дотримання фінальної дати здачі проекту. Обмеження формуються окремо для обох етапів розв'язання задачі лінійного програмування.

Жодна наступна робота j не може початися раніше, ніж завершиться попередня робота i :

$$r_j - r_i \geq d_i \text{ для всіх } (j,i) \in P.$$

Умова невід'ємності часу:

$$r_i \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, n.$$

Логіка мережевого графіка зберігається для пізніх строків:

$$p_j - p_i \geq d_i \text{ для всіх } (j,i) \in P.$$

Обмеження на збереження тривалості (директивний термін) [1]. Час завершення останньої роботи фіксується знайденим оптимумом T^* :

$$p_n = T^*.$$

Умова невід'ємності часу [1]:

$$p_i \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, n.$$

Мінімізація загальної вартості проєкту без зриву встановленого терміну успішно досягається завдяки виявленню критичного шляху та цілеспрямованому використанню часових резервів некритичних робіт. Роботи, що утворюють критичний шлях, не мають вільного запасу часу, тому будь-яка їхня затримка неминуче призведе до зриву фінального дедлайну. Натомість решта завдань володіє певним часовим резервом. Зсув або розтягування в часі некритичних завдань у межах їхніх резервів дозволяє керівнику використовувати дешевші методи виконання робіт. Цей підхід спирається на припущення про лінійну залежність між часом виконання роботи та її вартістю. На практиці для кожної задачі можна розглядати два варіанти: «критичний» (прискорений), який зменшує час, але значно збільшує вартість за рахунок залучення додаткових ресурсів, та «стандартний», за якого час виконання більший, проте витрати нижчі. Таким чином, цілеспрямоване переведення некритичних робіт у дешевший «стандартний» режим за рахунок наявних у них резервів дозволяє ефективно оптимізувати загальний бюджет проєкту.

Список використаних джерел:

1. Барболіна Т. М. Оптимізаційні моделі в управлінні ІТ-проєктами. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2025. № 55. С. 182–185.
2. Карімов Г. І., Руденко О. В., Вовна А. Л. Методології управління проєктами в ІТ-індустрії. *Економічний вісник Дніпровського державного технічного університету*. 2025. № 2(11). С. 49–55.
3. Крижановський Є. М., Ящолт А. Р., Жуков С. О. Моделювання бізнес-процесів та управління ІТ-проєктами : електрон. навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2022. 129 с.
4. Косолап А. І. Оптимізація надійності складних систем. *Information Technologies in Metallurgy and Machine building (ITMM 2024)* : матеріали міжнар. наук.-техн. конф. Дніпро, 2024. С. 211–214.