

УДК 681.3

DOI: 10.18372/2073-4751.71.17003

Русанова О.В., к.т.н.,
 orcid.org/0000-0003-0145-3012,
 Корочкін О.В., к.т.н.,
 orcid.org/0000-0002-6569-5849,
 Медведкова Ю.І.

СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ НА ОСНОВІ МЕРЕЖЕВОГО ПЛАНУВАННЯ

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

avcora@gmail.com

Вступ

Прийнято вважати, що управлінням проєкту займається одна-дві людини, які самостійно планують над задачами в проєкті, їх послідовність, термін виконання, розподіл бюджету та співробітників. Сучасні системи дозволяють спростити проєктне управління та завдяки своєму функціоналу допомагають визначитися з терміном виконання задачі та проєкту, виявленню критичного шляху задач, але в свою чергу користувач самостійно розділяє свої ресурси. Це створює необхідність в створенні нової системи, яка допоможе автоматично розподілити співробітників та визначитися з кількістю необхідних співробітників.

На сьогоднішній день існує багато додатків з управління проєктами, які надають змогу проєктувати та управляти проєктами. Такі додатки користуються попитом в сфері навчання та бізнесу. Вони використовують метод мережевого

планування та пропонують користувачу розділити проєкт на задачі, які найчастіше відображаються у вигляді діаграми Ганта [1,4]. Користувач вводить дані про задачу, встановлює взаємодії між задачами та кожній задачі призначає ресурси в вигляді бюджету або співробітників. Оскільки такі додатки славляться попитом, вони становляться більш функціональними та надають змогу користувачам колективно управляти проєктом. Таким чином кожний співробітник може оновлювати дані про статус проєкту та відповідальний за проєкт має змогу передивлятися актуальну інформацію з приводу ходу проєкту. Зазвичай додатки беруть інформацію про проєкт та аналізують її. Після чого пропонують користувачу аналітику, яка містить інформацію про статус проєкту, затримки задач та термін виконання проєкту.

В табл. 1 надано порівняльний аналіз відомих систем Wrike Asana, PM, Microsoft Project.

Таблиця 1.

Назва системи	Wrike	Asana	ProjectManager	Microsoft Project
Реєстрація та авторизація	Підтримує	Підтримує	Підтримує	Не підтримує
Управління проєктом	Підтримує	Підтримує	Підтримує	Не підтримує
Внесення даних в таблицю	Підтримує	Не підтримує	Підтримує	Підтримує
Створення підзадач	Підтримує	Підтримує	Підтримує	Підтримує
Створення пріоритетів	Підтримує	Підтримує	Підтримує	Підтримує
Прикріплення файлів	Підтримує	Підтримує	Підтримує	Не підтримує
Статус задач	Підтримує	Підтримує	Підтримує	Підтримує
Використанням діаграми Ганта	Підтримує	Підтримує	Підтримує	Підтримує
Використання методу PERT	Частково	Частково	Не підтримує	Підтримує

Як бачимо, функціональність сучасних додатків для проектного управління дозволяє користувачу слідкувати за часом виконання задач проекту. Більшість даних користувач вводить сам та на ньому лежить відповідальність за планування задачами та ресурсами. Власне, користувач самостійно розподіляє співробітників і сучасні додатки не пропонують автоматично розподілити співробітників або запропонувати хоч якусь допомогу у розподілу виконавців задач.

Постановка задачі

Завдання полягає в створенні системи управління, основою яких будуть нові алгоритми оптимізації, які будуть розроблені для допомоги користувачам в прийнятті рішення з приводу розподілу співробітників по задачам. Для реалізації даної системи буде розроблено мобільний додаток, який обробляє інформацію про проект користувача (керівника проекту) та виводить результати автоматичного розподілу задач між співробітниками.

Для розробки оптимізаційних рішень обраний метод мережевого управління. Використання графів надасть змогу обробляти зв'язки між задачами. Для вхідних даних алгоритмів оптимізації треба з'ясувати пріоритети кожної задачі та визначити мінімальний час виконання проекту при обмеженій кількості співробітників.

В цьому випадку необхідно розподілити співробітників по пріоритетах та розділити термін виконання задач по тактам, визначити мінімальну кількість співробітників для виконання проекту за мінімальний час.

Мета

Метою даної роботи є мінімізація часу та вартості розробки проектів за рахунок використання методів і способів оптимізації на базі мережевого планування.

Для досягнення головної мети необхідно вирішити такі завдання:

- розглянути теорію проектного управління, проаналізувати та порівняти існуючі рішення, зробити постанову завдань;

- розробити алгоритми, які дозволять користувачеві визначитись із розподілом задач проекту між співробітниками.

Необхідно спланувати систему управління проектами, обрати технологію розробки, визначитись з архітектурою системи та її функціональністю, розробити діаграму сутностей та спроектувати базу даних, дослідити роботу розроблених алгоритмів та роботу проекту.

Основна частина

На сьогоднішній день проектне управління є одним з актуальних напрямків менеджменту і використовується для виконання всіх пред'явлених вимог до проекту, застосувань методів, інструментів, знань, навичок в проектній діяльності [1]. Управління проектами представляє собою організацію, планування, управління, координацію матеріальних і людських ресурсів, а також відстежує якість, вартість, час і усі інші потреби проекту протягом усього його життєвого циклу [2]. Найважливішими фазами життєвого циклу являються – концептуалізація, планування, реалізація та завершення.

Для розробити алгоритми для оптимізації системи управління проектами будемо використовувати систему методів управління проектами, а саме мережеве планування. Дані методи використовуються задля розробки календарних планів проекту, управління задачами проекту та запобіганню усіх можливих ризиків, які можуть привести проект до затримки або зриву, оптимізації тривалості виконання задач, визначення необхідних ресурсів та розподілу співробітників [3].

Система методів зазвичай використовує два елемента планування, а саме: гістограму та мережі. У якості гістограми використовують діаграму Ганта, яка відображає хронологію задач проекту. Дана діаграма допомагає візуально розподілити задачі та їх ресурси. Кожна полоса представляє собою задачу, а її розмір – тривалість задачі. Окрім цього, кожна полоса має свій опис та зв'язок з іншою полосою. Гістограми дуже прості в використанні, але вони не дуже зручні в масштабних

проектах. Зі свого боку, мережі складні в побудові, але більш практичніше. Загалом мережі використовують для аналізу термінів виконання задач проекту та сучасні додатки комбінують ці два методи, а далі за допомогою мережевого графіка визначають критичний шлях проекту, після чого виділяють його на гістограмі. Такі додатки для розподілення співробітників використовують гістограми і пропонують користувачеві самостійно розподілити задачі між співробітниками.

У роботі пропонується підхід, що забезпечує виконання задач оптимізації при автоматичному розподілі робіт між співробітниками та надати можливість зробити розрахунки, які можуть допомогти в плануванні проекту. Суть запропонованого підходу полягає у визначенні пріоритетів усіх вершин графу робіт проекту, автоматичного розподілу співробітників та визначенні мінімальної кількості співробітників, які можуть виконати проект за мінімальний час та мінімального часу виконання проекту при обмеженій кількості співробітників.

Традиційний мережевий графік робіт – це зважений граф, який складається з послідовності задач та їх зв'язків. Для створення графа використовуються чотири елементи, а саме:

- подія – це певний етап виконання проекту, який може позначати як початок, так і закінчення виконання роботи. Можна сказати, що подія відбувається миттєво, оскільки їй не потрібно витратити ресурси та час. В графі відображається вершиною (кружечком).

- робота – це деякий процес, для виконання якого потрібні ресурси та час

виконання. Ресурси можуть бути представлені у вигляді співробітників, зарплати, обладнання та інше. Робота відображена в графі у вигляді дуг (стрілок).

- очікування – це процес, для виконання якого не потрібні витрати у вигляді ресурсів, але він не може обійтися без витрат часу. В графі воно відображається так само, як і робота.

- залежність – це особливий вид робіт, який є логічним зв'язком між роботами. Залежність дозволяє з'ясувати, після якої події може розпочатися та чи інша робота, вона також потребує витрати часу та ресурсів.

У роботі для системи управління проектами запропоновано використовувати модифікований мережевий графік, який буде складатися з вершин (задач), дуг (зв'язків між задачами), ваги вершин (часу виконання задач). Модифікований мережевий графік також успадковуватиме правила мережевого графіка, а саме:

- У графі повинні бути відсутні петлі та цикли.

- Граф має одну початкову та одну кінцеву вершини. Початкова вершина – це вершина, яка не має зв'язку з попередніми вершинами, але має зв'язок із наступною вершиною. Кінцевою вершиною вважається вершина з наявністю зв'язку з попередньою вершиною та відсутністю зв'язку з наступною.

- Кожна вершина повинна мати зв'язок хоча б із однією вершиною.

Приклад модифікованого графу задач наведено на рис. 1. Слід зазначити, що кожна вершина має свій номер та вагу (трудомісткість).

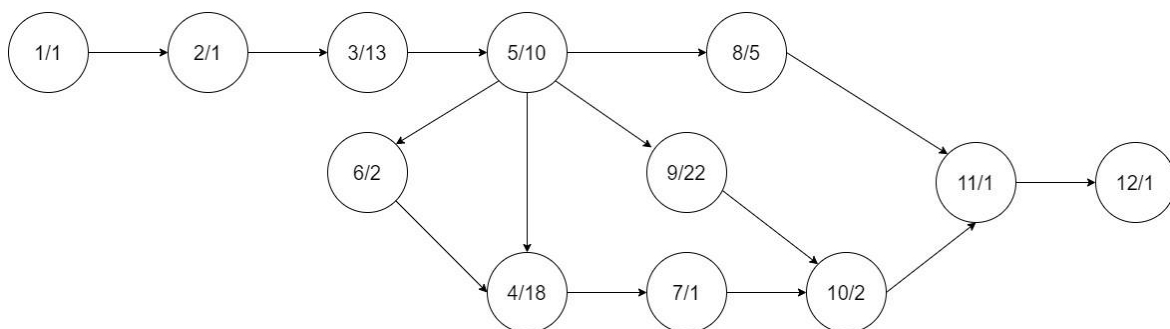


Рис. 1. Приклад модифікованого графу задач

Формально граф задачі описується матрицею суміжності, де зазначаються зв'язки між вершинами та вектором, де вказуються ваги усіх вершин.

Запропонований підхід полягає у наступному. Спочатку модифікований граф задачі перевіряється на відповідність наведених вище правил мережевого графіка. Після цього для реалізації запропонованої оптимізації формуються пріоритети вершин модифікованого графа. Для знаходження пріоритетів можна використати метод PERT, вхідними даними якого являються ранній та пізній терміни виконання задачі [4]. З цими даними можна припустити, що більш пріоритетні задачі – це ті задачі, у яких ранній та пізній термін

виконання задачі співпадають. У роботі пропонується у якості пріоритету обрати критичний шлях вершини. Цей шлях визначається як найдовший шлях від кожної вершини до кінцевої вершини. При цьому підсумуються ваги всіх вершин на шляху. Пріоритетність кінцевої вершини буде визначати її власну вагу. Далі треба підніматися по ярусам дерева, які зв'язані з кінцевою вершиною. У цьому випадку пріоритетом вершини є сума ваги вершини (час виконання задачі) з максимальною пріоритетністю наступної задачі.

На рис. 2 наведені результати обчислення пріоритетів вершин для зазначеного на рис. 1 графу.

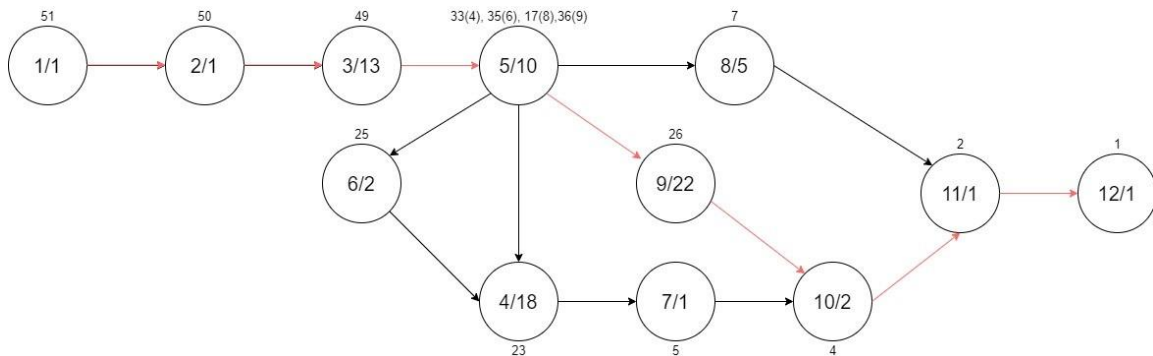


Рис. 2. Граф задачі з обчисленими критичними шляхами вершин

Алгоритм визначення мінімальної кількості співробітників для виконання проекту за мінімальний час.

Після знаходження критичних шляхів вершин, можна визначити критичний шлях усього графу задачі (СР). Для цього зі знайдених критичних шляхів шукається максимальне значення, яке і буде критичним шляхом всього графу.

Мінімальна кількість співробітників для виконання проекту за мінімальний час дуже часто визначається по максимальній ширині графу задачі. Однак, це не завжди вірно, оскільки час виконання робіт може бути різним. Ми пропонуємо для цього використати наступну формулу:

$$\frac{\sum_{i=0}^N W_i}{\text{СР}}$$

де N – кількість вершин графу задачі, W_i – вага i -ої вершини графу.

Таким чином для визначення мінімального числа співробітників сумарний час (трудомісткість) для виконання усього проекту ми ділимо на критичний шлях графу задачі, оскільки менш ніж за цей час проект не може бути виконаним. Дробова частина може привести до затримки або зриву проекту, тому ми округлюємо результат в більшу сторону. Так отримується мінімальна кількість співробітників для виконання проекту за мінімальний час. Для прикладу, розглянутого вище мінімальне число співробітників, що можуть виконати проект визначається наступним чином:

$$\frac{\sum_{i=0}^N W_i}{\text{СР}} = \frac{77}{51} = 1,509 \approx 2$$

Слід зазначити, що реальна кількість співробітників може бути більшою, оскільки час різних задач може бути різним, а розподіл однієї й тієї ж задачі різними співробітниками не передбачається.

Алгоритм визначення мінімального часу виконання проєкту при обмеженій кількості співробітників

Для даного алгоритму потрібен граф задачі, а також визначені пріоритети кожної з них. Спочатку необхідно розподілити співробітників по задачам. Це можна зробити трьома способами:

1. Використати пріоритети для виконання задач(робіт) в порядку їх важливості, а також зв'язки між роботами зазначені у графі. Важливими роботами будемо вважати ті роботи, які мають найбільш високе значення пріоритетів.

2. Віддати першому співробітнику усі задачі, які лежать на критичному шляху, а інші задачі рандомно розділити між співробітниками.

3. Скомбінувати попередні способи. Першому співробітнику відати усі задачі, які лежать на критичному шляху, оскільки саме ці задачі обов'язково потрібно виконати. В свою чергу, інші задачі розподілити між співробітників у відповідності їх пріоритетів та їх готовності відповідно до графу задач.

Таблиця 2.

Вершини	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 людина	1	1	1		1				1	1	1	1
2 людини				2		2	2	2				

Основною перевагою запропонованих алгоритмів є автоматичний розподіл робіт між співробітниками, а також оптимізація, як часу виконання проєкту, так і витрат на нього. Таким чином, користувач самостійно вирішує чи потрібно йому використовувати більше співробітників, або ж яким чином він може зекономити на кількості співробітників при виконанні проєкту за прийнятний час.

Висновки

Під час виконання роботи було оглянуто та проаналізовані основні теоретичні відомості по даній темі, та їх концепції. На підставі огляду вже існуючих рішень, зроблено порівняння основного функціоналу, яке виявили, що для управління співробітників сучасні додатки не пропонують автоматичне вирішення проблеми розподілу співробітників. Тож, існує завдання

У даній роботі обрано перший спосіб, щоб алгоритм не був сильно навантажений та не проходив зайвих циклів. У відповідності до нього, створюється двовимірною матриця, яка під час проєкту буде розширюватися і відповідати за термін виконання проєкту. Рядки будуть відповідати за співробітників, це будуть певні процеси, які ми будемо навантажувати задачами під час роботи алгоритму. Стовпці будуть відповідати за дні або часи виконання проєкту. Кожний індекс стовпця – це такт, за який співробітник виконує ту чи іншу задачу. Таким чином ця матриця буде відображати діаграму Ганта. Завдяки тактам можна дізнатися, чи вільний співробітник, та якщо так, навантажити його. З отриманої матриці можна дізнатися розмір стовпців, який й буде часом виконання усього проєкту. Відповідно до запропонованого підходу у табл. 2 наведений приклад розподілу задач між двома співробітниками проєкту, що описаний графом задачі на рис. 1.

створення системи, яка зможе автоматично розподілити співробітників в проєкті.

Під час огляду теоретичних відомостей з'ясовано, що для розробки нових оптимізацій краще всього буде використати мережеве планування, концепція якого полягає в розробці та аналізу мережевого графіку. Розроблено модифікований графік, на основі якого розроблені алгоритми, які визначають мінімальну кількість співробітників для виконання проєкту за мінімальний час та мінімальний час виконання проєкту при обмеженій кількості співробітників.

Запропоновані оптимізації на базі мережевого планування дозволяють мінімізувати час та вартість розробки проєктів.

Література

1. Азбука управління проектами. Планування / О.В. Єгорченков, Н.Ю. Єгорченкова, Є.Ю. Катаєва. – К., 2016. – 226 с.
2. Блага Н.В. Управління проектами / Н.В. Блага. – Л.: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2021. – 152 с.
3. Микитюк П.П. Управління проектами / П.П. Микитюк, В.Я. Брич, І.М. Труш. – Тернопіль, 2021. – 416 с.
4. Петрович Й.М. Управління проектами / Й.М. Петрович, І.І. Новаківський. – Л.: Львівська політехніка, 2018. – 396 с.

Русанова О.В., Корочкін О.В., Медведкова Ю.І.

СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ НА ОСНОВІ МЕРЕЖЕВОГО ПЛАНУВАННЯ

Робота присвячена розробці методів та засобів побудови систем управління проектами на основі мережевого планування. Виконано огляд існуючих систем, запропоновано підхід поширення можливостей таких систем, направлений на забезпечення виконання проєктів за мінімальний час при обмеженій кількості співробітників.

Запропоновано підхід базується на оптимізації параметрів системи. Розроблені алгоритми визначення мінімальної кількості співробітників для виконання проєкту за мінімальний час. Це дозволяє спростити та пришвидшити проєктування системи управління. Система пропонує користувачу декілька варіантів використання співробітників, що дозволяє пришвидшити час виконання проєкту або уникнути зайвої кількості співробітників.

Ключові слова: проєктне управління, мережеве планування, критичний шлях, управління співробітниками, планування співробітників.

Rusanova O.V., Korochkin O.V., Medvedkova J.I.

METHOD OF PROJECT MANAGEMENT BASED ON NETWORK PLANNING

The work is devoted to the development of methods and means of building project management systems based on network planning. An overview of existing systems was carried out, an approach to expanding the capabilities of such systems was proposed, aimed at ensuring the implementation of projects in the minimum time with a limited number of employees.

An approach based on optimization of system parameters is proposed. Algorithms for determining the minimum number of employees to complete the project in the minimum time have been developed. This allows to simplify and speed up the design of the control system. The system offers the user several options for the use of employees, which allows to speed up the project execution time or avoid an excessive number of employees.

Keywords: project management, network planning, critical path, employee management, employee planning.