УДК 519.863:658.15(477)

О. Шевченко, А. Жуков

akshev19@gmail.com, okydoky87@ukr.net

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МЕРЕЖЕВОГО ПЛАНУВАННЯ РОБІТ ПО ВІДНОВНОМУ РЕМОНТУ

Календарне планування робіт при розробці крупних виробничих комплексів, при наукових дослідженнях, при будуванні і капітальному ремонті на підприємстві та ін. засновано на використанні мережевого планування.

Проблемою мережевого планування в управлінні виробничою діяльністю підприємств займалися вітчизняні та зарубіжні вчені. Серед них можна виділити: Беллман Р. [1], Кремер Н. Ш., Путко Б.О., Тришин І. М. [2], Кузнецов Ю. Н., Кузубов В. І., Волощенко О. Б. [3] та ін.

Метою роботи є теоретичне обгрунтування економіко-математичної моделі та розробка мережевої моделі управління відновним ремонтом.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- сформувати календарний план реалізації комплексу робіт;
- виявити резерви часу, трудові та матеріальні ресурси;
- за методом динамічного програмування побудувати економіко-математичну модель управління процесом відновного ремонту;
- детально розглянути функціональні рівняння Беллмана, які безпосередньо адаптувати до даної виробничої задачі;
- здійснити управління комплексом робіт з прогнозуванням і попередженням можливих відхилень часу виконання робіт від терміну планування;
- скласти алгоритм мережевого планування робіт;
- скласти мережевий графік робіт.

Мережеві графіки складають і вивчають для оптимального дослідження робіт і їх взаємозв'язку в часі. Мережевий графік - це модель виробничого процесу, що відображає його зміст в часі і просторі. Сучасним методом розв'язання такої задачі є метод мережевого планування в динамічній трактовці. Математичний апарат, який використовується - це теорія графів.

Мережевий графік являє собою наочне зображення комплексу робіт у вигляді мережевої моделі, що складається з кружків, з'єднаних стрілками. Кружки - це вершини графа, які позначають деякі події, стрілки - це роботи, що призводять до цих подій.

Задано графік виконання робіт з відновного ремонту школи. Позначимо начальну подію 1, кінцеву подію n, S_k - можливі напрямки від події 1 до події n, $k = 1, 2, \dots, r$.

Математична модель за функціональним рівнянням Беллмана буде мати наступний вигляд:

$$F_k(t_i) = \frac{\max}{\min}\left(F_k(t_{i-1}) + G_k(t_{ij})\right)$$

де $F_k(t_i)$ - значення функції цілі в стані S_k в термін дії t_i;

$F_k(t_{i-1})$ - значення функції цілі в попередній термін в стані S_k;

$G_k(t_{ij})$ - величина зміни функції цілі в стані S_k при управлінні t_{ij};

$k = 1, 2, \dots, r$; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 2, \dots, n$;

t_{ij} - термін переходу від події i до події j.

Задано графік виконання робіт по відновному ремонту школи. Необхідно виконати вісім основних робіт. Тривалість робіт і витрати ресурсів задані. Розставимо час виконання робіт над дугами графа. За вихідними даними потрібно: розрахувати часові параметри подій і робіт мережевої моделі, визначити критичний шлях і резерви часу.

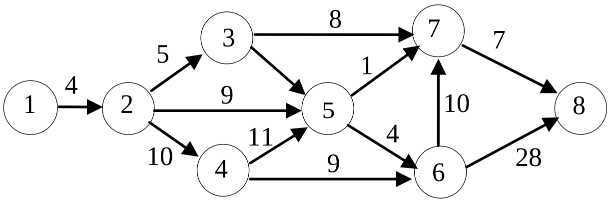

Рис.1.Мережевий графік робіт

Маємо 9 шляхів переходу від події (1) до події (8).

Позначимо t_k – час на k-ому шляху S_k, $k = \overline{1, 9}$. Шлях, у якого час максимальний називається критичним. Критичний шлях приймається в основу планування виробничого процесу.

Введемо часові параметри подій і робіт.

Позначимо t_i^0 - ранній термін звершення події i.

$$t_i^\circ = \max\left(t_{i-1}^0 + t_{ij}\right), \qquad j = \overline{2,\, m_i}$$

t_{i-1}^0 - ранній термін звершення попередньої події.

t_{ij} - тривалість робіт, що входять в подію j.

t_n^0 - ранній термін виконання всіх робіт.

t_i^1 - пізній термін настання i -ї події.

t_{i-1}^1 - пізній термін настання попередньої $(i-1)$ події.

t_n^1 - пізній термін виконання усіх робіт.

Маємо багатокроковий динамічний процес, математичну модель якого запишемо у вигляді:

$$F_k\left(t_i\right) = \begin{matrix}\max\\ \min\end{matrix}\left(F_k\left(t_{i-1}\right) + G_k\left(t_{ij}\right)\right)$$

де $k = \overline{1,9}$, $i = \overline{1,8}$, $j = \overline{2,8}$.

Розв'яжемо цю задачу графічним методом.

Для кінцевої події ранній і пізній терміни збігаються. Процес складається з прямого ходу та зворотного.

Прямий хід: від початкової події (1) до кінцевої (8). Виконаємо прорахунок ранніх термінів настання подій за рівнянням:

$$t_i^\circ = \max\left(t_{i-1}^0 + t_{ij}\right), \quad j = \overline{2,8}$$

Отже: $t_8^0 = \max(39 + 7;\ 29 + 28) = 57$.

Заповнимо мережевий графік виконання робіт.

Зворотний хід: від кінцевої події (8) до початкової (1). Виконаємо обчислення пізніх термінів появи події за рівнянням. $t_i^1 = \min\left(t_i^1 - t_{ij}\right)$, $j = \overline{2,8}$.

Оскільки $t_8^0 = t_8^1 = 57$, то повна тривалість робіт

$$t_n^1 - t_1^0 = 57 - 0 = 57 \text{ (днів)}$$

Повний резерв часу по роботі ij :

$$R_{ij}^{полн} = t_j^{(1)} - t_i^{(0)} - t_{ij}$$

Вирахувавши за цими формулами резерви часу бачимо, що критичний шлях (1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 8) не має резерву часу.

Складемо таблицю резервів часу робіт.

Таблиця 1

Резерви часу робіт

Номер події	Строки здійснення події		Резерв часу (днів)
	Ранній строк t_i^0	Пізній строк t_i^1	
1	0	0	0
2	4	4	0
3	9	42	33
4	14	14	0
5	25	25	0
6	29	29	0
7	39	50	11
8	57	57	0

З таблиці видно, що дві роботи мають резерв часу. Подія 3 показує, що не більше ніж на 33 дня можна затримати наступ цієї події, резерв часу події 7 показує, що не більш, ніж на 11 діб можна затримати наступ цієї події. При цьому строки завершення робіт не будуть порушені. На інших подіях немає резервів часу. Тобто роботи 1, 2, 4, 5, 6, 8 критичні.

Таким чином, побудована економіко-математична модель управління виконанням робіт по відновному ремонту школи. Це дозволяє за короткий термін (21 день) виконати основні відновні роботи по ремонту школи. Але у випадку якщо з'явиться затримка при виконанні усіх робіт, то маємо резерв терміну для виконання робіт, що дає можливість виконати державний план робіт за плановий термін.

Отже, теоретично обґрунтована економіко-математична модель і розроблена мережева модель управління відновним ремонтом, складений алгоритм мережевого планування робіт, складений мережевий графік робіт, здійснено управління комплексом робіт з прогнозуванням і попередженням можливих відхилень терміну виконання робіт від терміну планування. За допомогою методу динамічного програмування побудована економіко-математична модель управління процесом відновного ремонту.

Список літератури

1. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – Москва: Изд. иностранной литературы, 1960. – 400 с.

2. Исследование операций в экономике : учеб. пособ. для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин и др.; под ред. проф. Н. Ш. Кремера. – Москва: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1997. – 407 с.

3. Кузнецов Ю. Н. Математическое программирование : учеб. пособ. / Ю. Н. Кузнецов, В. И. Кузубов, А. Б. Волощенко. –Москва: Высш. школа, 1980 – 300 с., ил.