

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1. ВИЗНАЧЕННЯ НАЙКОРОТШИХ ВІДСТАНЕЙ МІЖ ЦЕНТРАМИ ТРАНСПОРТНИХ РОЙОНІВ.....	3
2. РОЗРОБКА МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	11
2.1. Знаходження оптимального плану повернення порожнього рухомого складу.....	11
2.2. Складання маршрутів перевезень вантажів за допомогою таблиць зв'язків	16
3. РОЗРАХУНОК СІТКОВОЇ МОДЕЛІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ	20
3.1. Знаходження критичного шляху сіткової моделі	21
3.2. Знаходження резервів часу наставання подій та виконання робіт.....	26
ВИСНОВОК	33
ЛІТЕРАТУРА.....	34

ВСТУП

Курс «Дослідження операцій/Методи оптимізації» належить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки і має на меті дати студентам систематизовані знання в області сучасного математичного апарату теорії оптимальних рішень в системах організаційного управління. Дисципліна знайомить з основними принципами дослідження операцій, етапами операційного дослідження, класами задач дослідження операцій. Численні задачі дослідження операцій, такі як сітьове планування та управління, розміщення виробництв, що описуються моделями дискретного програмування.

Предметом вивчення дисципліни "Дослідження операцій" є моделі та методи системного аналізу, способи дослідження й оптимізації операцій

Основною метою викладання є формування у майбутніх спеціалістів у галузі транспорту теоретичних знань і практичних навичок формалізації задач управління з використанням спеціалізованих оптимізаційних методів. Постановка задачі оптимізації послідовності обробки виробів (надання послуг). Використання методів цілочислового програмування та комбінаторних для розв'язування задач упорядкування.

Зміст та сфери використання сітьових методів планування та управління. Класифікація систем сітьового планування та управління. Характеристика комплексу робіт. Елементи сітьового графіка, методика його побудови. Розрахунки основних параметрів сітьового графіка (аналітичний метод, матричний).

1. ВИЗНАЧЕННЯ НАЙКОРОТШИХ ВІДСТАНЕЙ

Знайдемо найкоротші шляхи методом потенціалів.

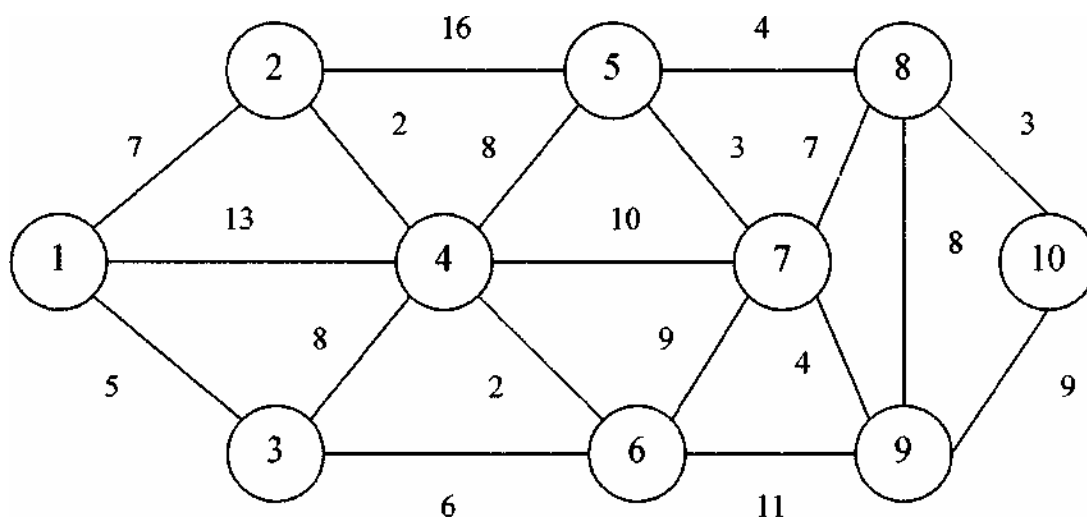


Рисунок 1 — Схема транспортної мережі

Одну з вершин приймаємо за початкову і привласнюємо їй значення, рівне 0, $V_1 = 0$. Вершина 1 є початковою для ланок (1-2), (1-3), (1-4). Потім знаходимо значення потенціалів кінцевих вершин цих ланок:

$$V_2^1 = V_1 + l_{12} = 0 + 7 = 7;$$

$$V_3^1 = V_1 + l_{13} = 0 + 5 = 5;$$

$$V_4^1 = V_1 + l_{14} = 0 + 13 = 13.$$

Вибираємо з потенціалів кінцевих вершин найменший. Це — V_3 , тому вершині 3 привласнюємо потенціал $V_3 = 5$, ланку (1-3) позначаємо стрілкою, і вершина 3 стає початковою для ланок (3-4), (3-6). Знаходимо значення потенціалів кінцевих вершин цих ланок:

$$V_4^3 = V_3 + l_{34} = 5 + 8 = 13;$$

$$V_6^3 = V_3 + l_{35} = 5 + 6 = 11.$$

Серед усіх знайдених потенціалів вибираємо найменший: $V_2 = 7$ (ланку (1-2) позначаємо стрілкою).

Вважаємо вершину 2 за початкову, знаходимо сусідні вершини, для яких не визначені значення потенціалів:

$$V_4^2 = V_2 + l_{24} = 7 + 2 = 9;$$

$$V_5^2 = V_2 + l_{25} = 7 + 16 = 23.$$

Серед усіх знайдених значень потенціалів знаходимо найменший: $V_4 = 9$ (ланку (2-9) позначаємо стрілкою).

Далі за початкову беремо вершину 4 і знаходимо потенціали для сусідніх вершин:

$$V_5^4 = V_4 + l_{45} = 9 + 8 = 17;$$

$$V_6^4 = V_4 + l_{46} = 9 + 2 = 11;$$

$$V_7^4 = V_4 + l_{47} = 9 + 10 = 19.$$

Серед знайдених значень потенціалів кінцевих вершин знаходимо найменший: $V_6 = 11$ (ланки (4-6), (3-6) позначаємо стрілками).

Вважаємо вершину 6 за початкову, знаходимо сусідні вершини, для яких не визначені значення потенціалів:

$$V_7^6 = V_6 + l_{67} = 11 + 9 = 20;$$

$$V_9^6 = V_6 + l_{69} = 11 + 11 = 22.$$

Далі, $V_5 = 17$ (ланку (4-5) позначаємо стрілкою), знаходимо потенціали вершин, сусідніх з вершиною 5:

$$V_7^5 = V_5 + l_{57} = 17 + 3 = 20;$$

$$V_8^5 = V_5 + l_{58} = 17 + 4 = 21.$$

Вершині 7 привласнюємо потенціал $V_7 = 19$ (ланку (4-7) позначаємо стрілкою). Знаходимо потенціали кінцевих вершин (7-8), (7-9):

$$V_8^7 = V_7 + l_{78} = 19 + 7 = 28;$$

$$V_9^7 = V_7 + l_{79} = 19 + 4 = 23.$$

Вершині 8 привласнюємо потенціал $V_8 = 21$ (ланку (5-8) позначаємо стрілкою). Знаходимо потенціал кінцевої вершини для ланки(8-10):

$$V_{10}^8 = V_8 + l_{810} = 21 + 3 = 24.$$

Вершині 9 привласнюємо потенціал $V_9 = 22$ (ланку (6-9) позначаємо стрілкою). Знаходимо потенціал кінцевої вершини ланки (9-10):

$$V_{10}^9 = V_9 + l_{910} = 22 + 9 = 31.$$

Вершині 10 привласнюємо потенціал $V_{10} = 24$ (ланку (8-10) позначаємо стрілкою).

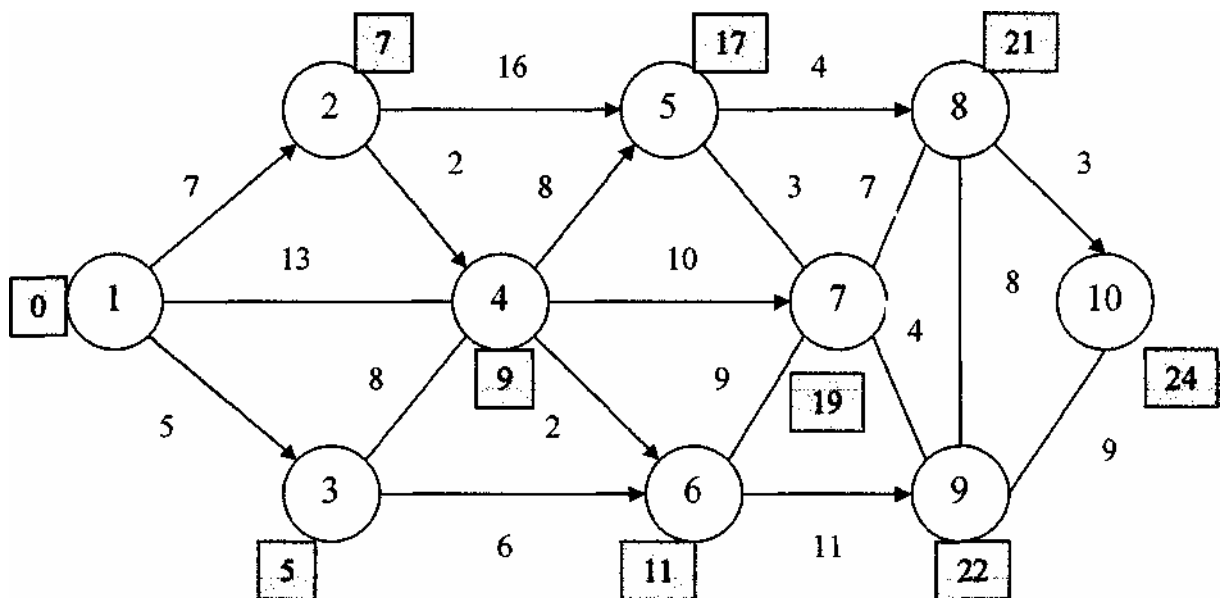


Рисунок 2 — Найкоротші відстані від вершини 1 до всіх інших.

Далі виконуємо аналогічні дії, приймаючи по черзі кожну з вершин за початкову і привласнюючи їй значення, рівне 0.

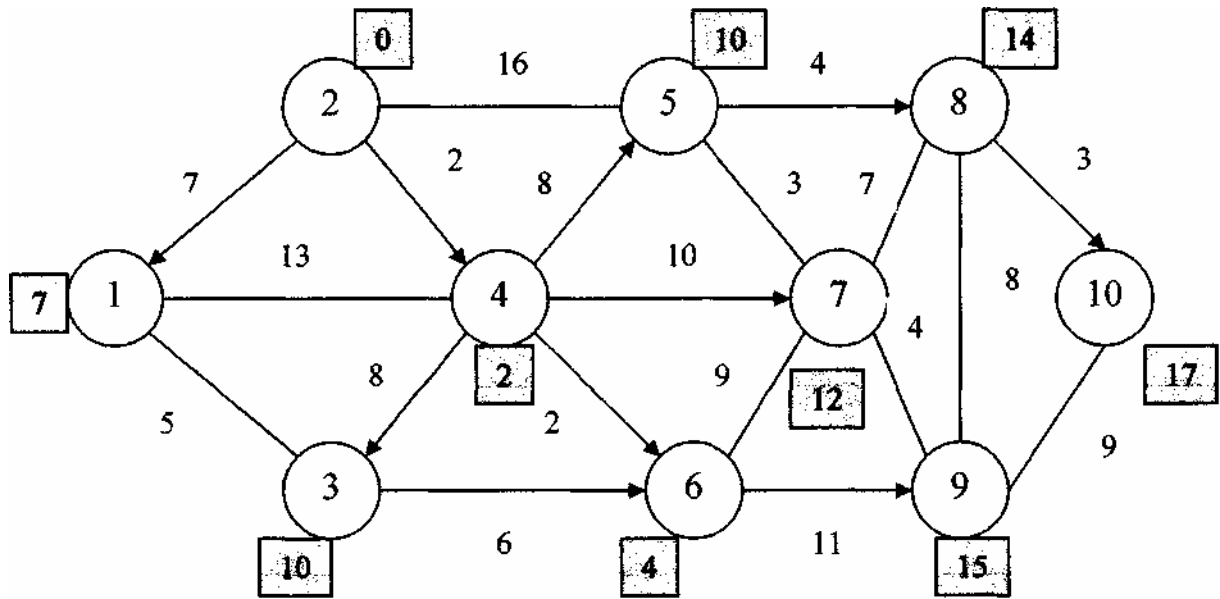


Рисунок 3 — Найкоротші відстані від вершини 2 до всіх інших.

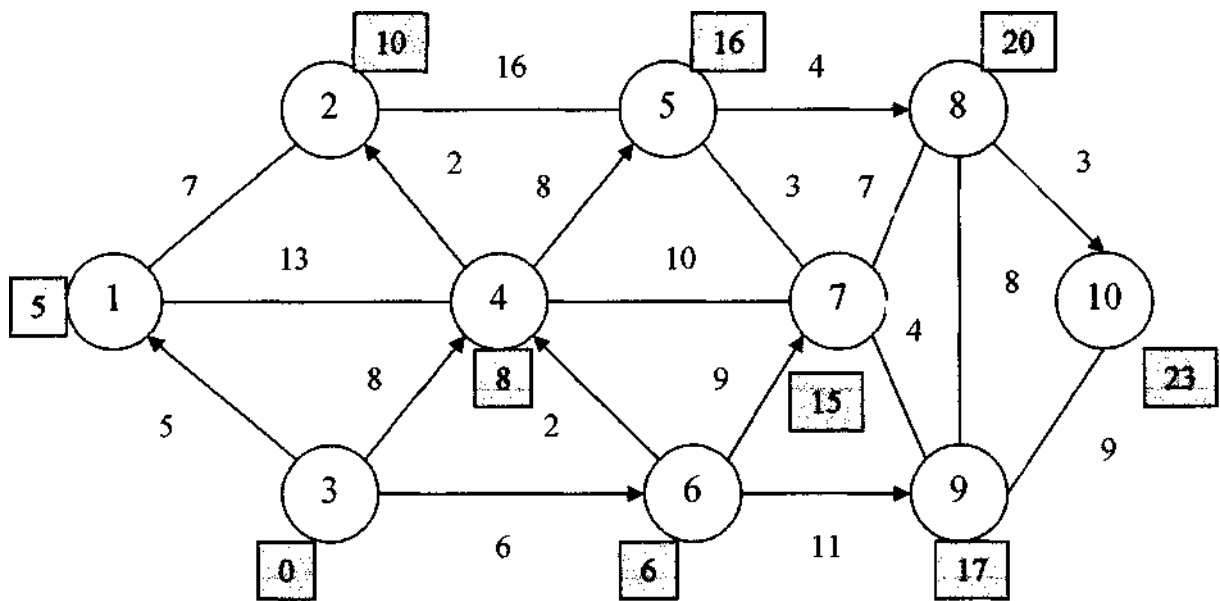


Рисунок 4 — Найкоротші відстані від вершини 3 до всіх інших.

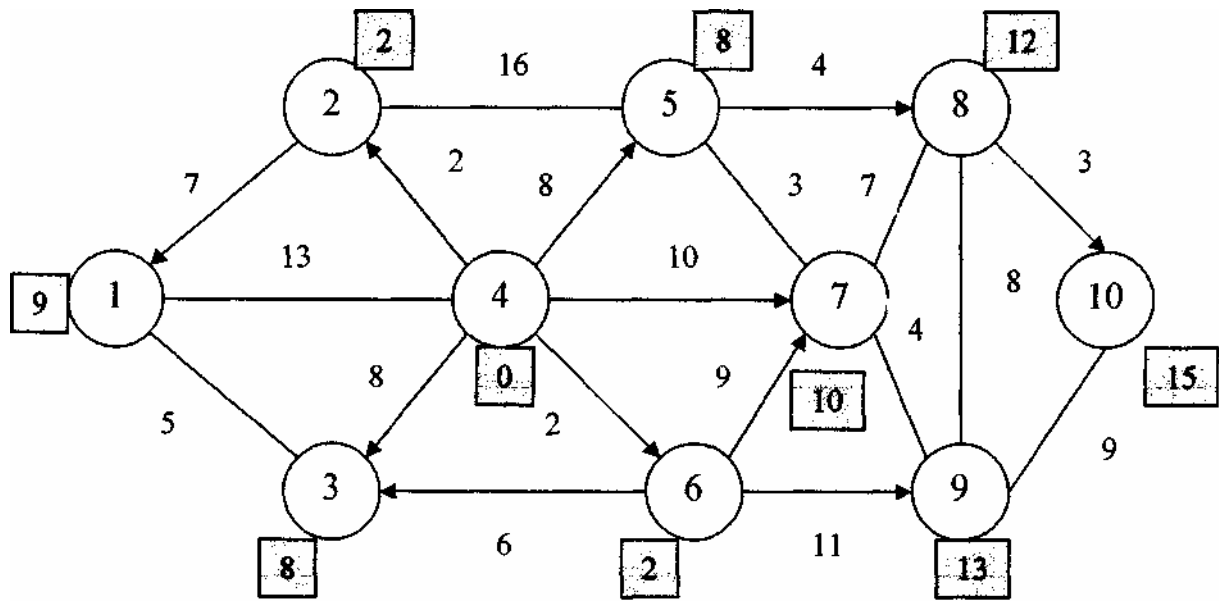


Рисунок 5 — Найкоротші відстані від вершини 4 до всіх інших.

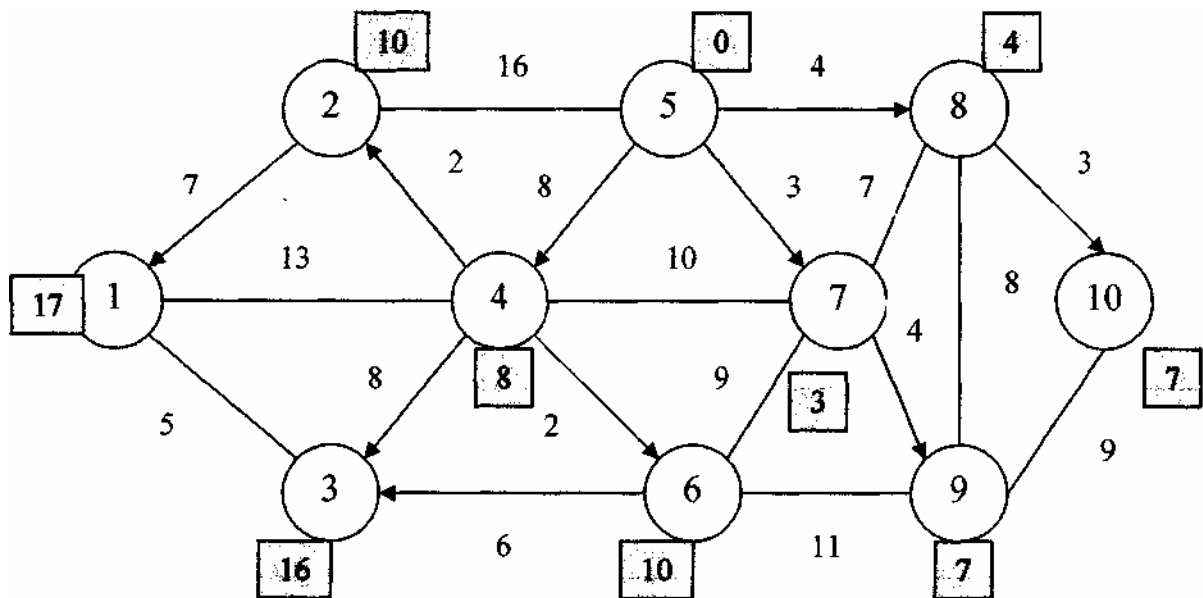


Рисунок 6 — Найкоротші відстані від вершини 5 до всіх інших.

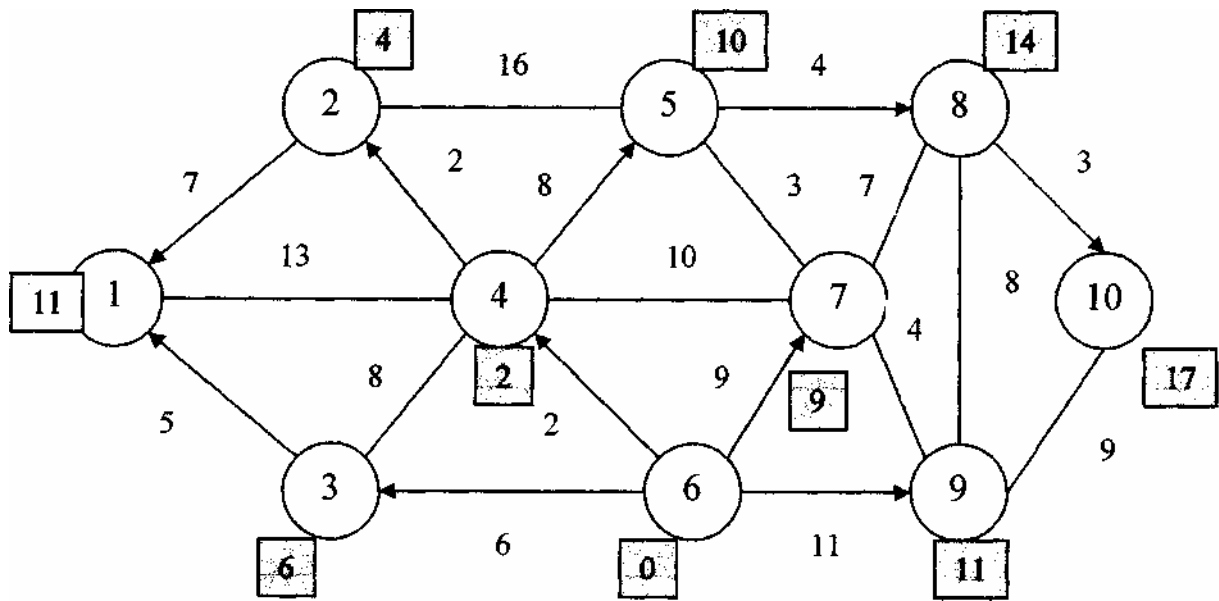


Рисунок 7 — Найкоротші відстані від вершини 6 до всіх інших.

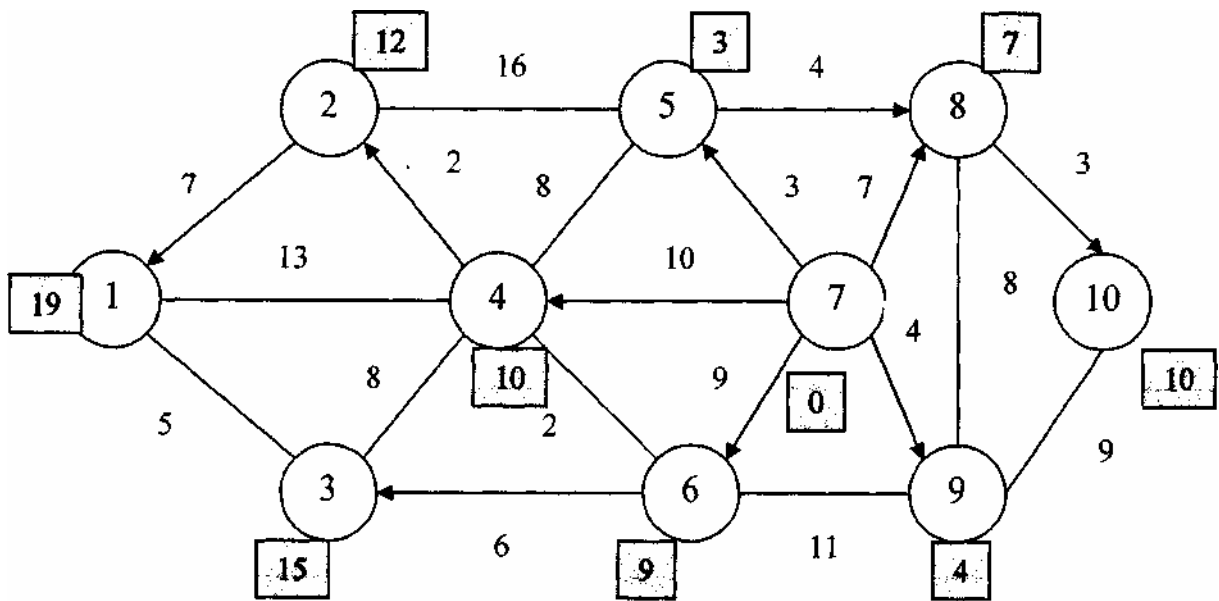


Рисунок 8 — Найкоротші відстані від вершини 7 до всіх інших.

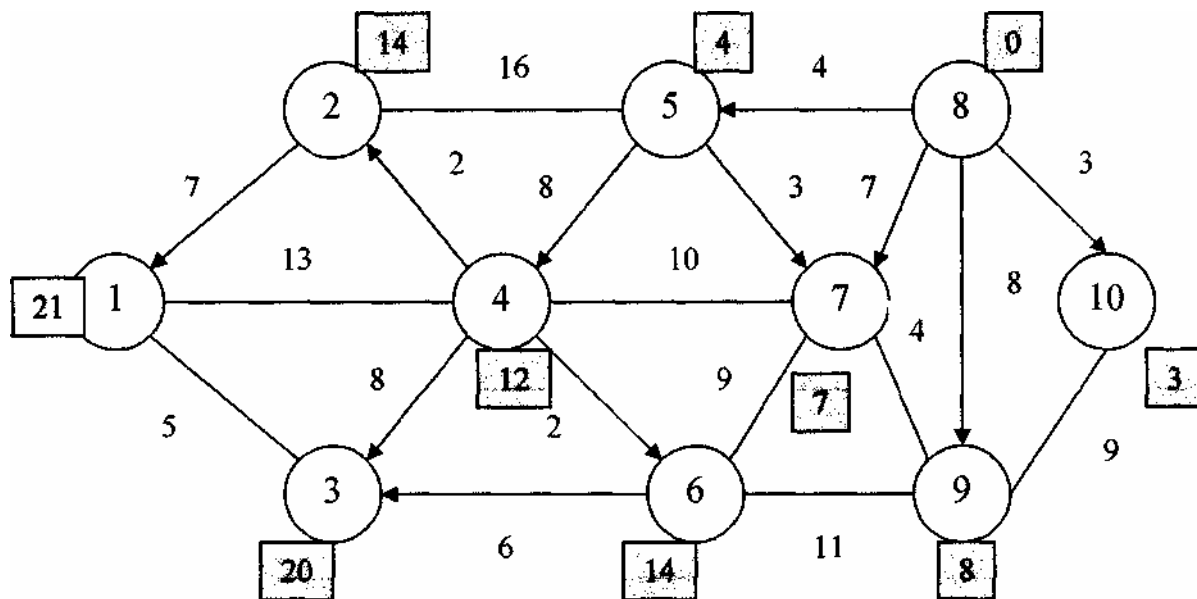


Рисунок 9 — Найкоротші відстані від вершини 8 до всіх інших.

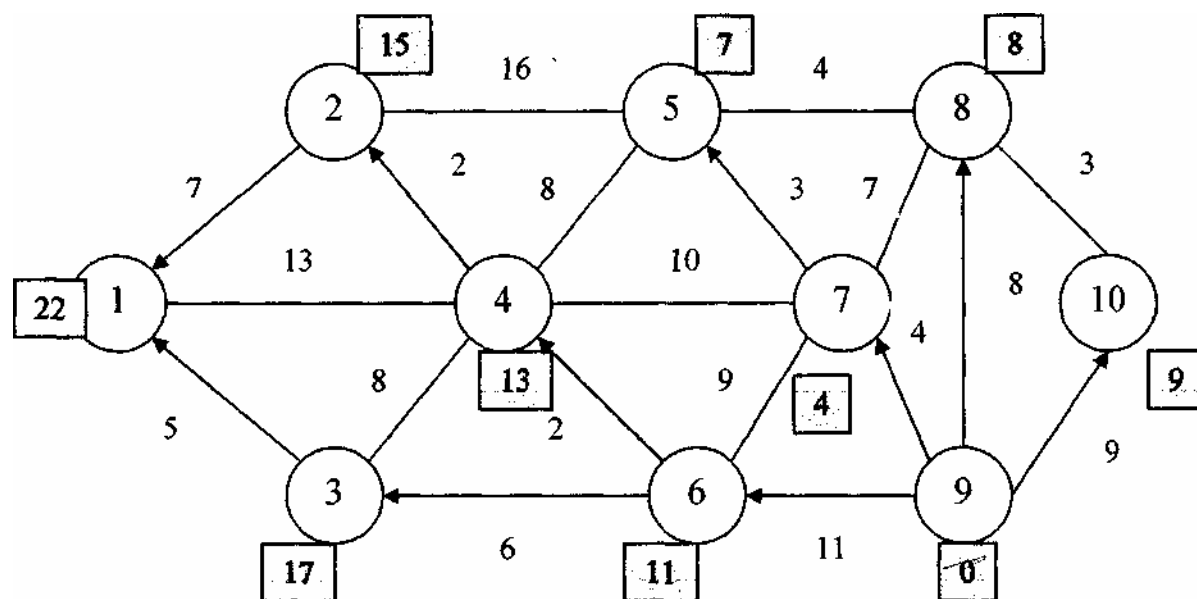


Рисунок 10 — Найкоротші відстані від вершини 9 до всіх інших.

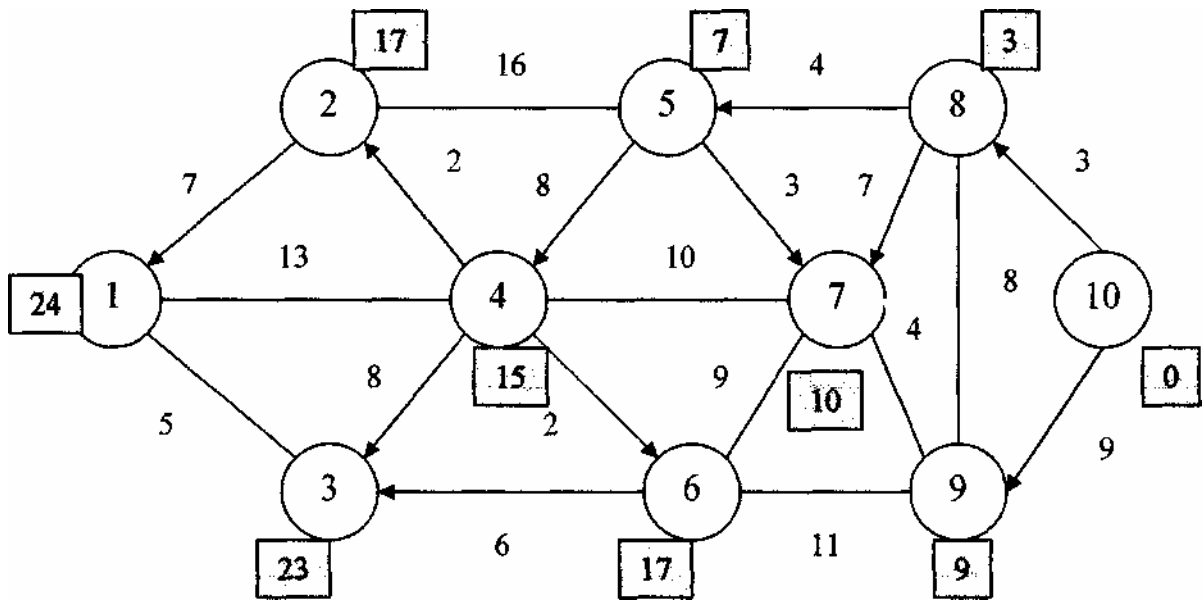


Рисунок 11 — Найкоротші відстані від вершини 10 до всіх інших.

Усі дані зводимо у таблицю 1.

Таблиця 1 — Матриця найкоротших відстаней

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	7	5	9	17	11	19	21	22	24
2	7	0	10	2	10	4	12	14	15	17
3	5	10	0	8	16	6	15	20	17	23
4	9	2	8	0	8	2	10	12	13	15
5	17	10	16	8	0	10	3	4	7	7
6	11	4	6	2	10	0	9	14	11	17
7	19	12	15	10	3	9	0	7	4	10
8	21	14	20	12	4	14	7	0	8	3
9	22	15	17	13	7	11	4	8	0	9
10	24	17	23	15	7	17	10	3	9	0

2. РОЗРОБКА МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Проектування раціональних колових маршрутів перевезень вантажів вирішується у два етапи. На першому етапі робиться оптимізація повернення рухомого складу, а на другому етапі формуються колові маршрути за допомогою таблиць зв'язків.

2.1. Знаходження оптимального плану повернення порожнього рухомого складу

На підставі вихідних даних обсягів вивозу та завезення вантажів і найкоротших відстаней (табл. 1) складають вихідний припустимий план повернення порожнього рухомого складу способом апроксимації Фогеля. Оптимальний план повернення порожнього рухомого складу знаходять розподільчим методом.

Таблиця 2 — План перевезень

Постачальник	Споживач	Кількість вантажу
A_1	B_{10}	160
A_2	B_9	180
	B_7	320
A_3	B_9	140
A_4	B_9	260
	B_8	550
A_5	B_1	380
A_8	B_3	460
A_{10}	B_2	360
	B_4	210

Складаємо вихідний припустимий план повернення порожнього рухомого складу методом апроксимації Фогеля, а оптимальний план повернення порожнього рухомого складу знаходимо методом потенціалів.

Складаємо початковий план повернення порожнього рухомого складу:

1. У матрицю вихідних даних додаємо рядок та стовпчик різниці;
2. Для кожного рядка та стовпчика визначаємо різницю між двома найменшими значеннями цільового елемента.
3. У рядку або у стовпчику, де різниця найбільша, знаходимо клітинку з мінімальним значенням цільового елемента і завантажуюмо її з урахуванням наявності та потреби вантажу, вибираючи найменше значення. (Якщо таких різниць декілька — знаходимо сідлову клітку);
4. Клітина завантажується. Далі етапи 2, 3 повторюються.

Таблиця 3 — Вихідний припустимий план

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₇	B ₈	B ₉	B ₁₀	Наяв вант.	Стовп. різниць
A ₁	0 160	7	5	9	19	21	22	24	160	5,к
A ₂	7 220	0 280	10	2	12	14	15	17	500	2,2,2,2, 2,к
A ₃	5	10	0 140	8	15	20	17	23	140	5,к
A ₄	9	2 80	8 320	0 210	10	12	13 200	15	810	2,2,2,2, 2,к
A ₅	17	10	16	8	3 320	7	4 60	10	380	1,1,к
A ₈	21	14	20	12	7	0 460	8	3	460	3,3,3,к
A ₁₀	24	17	23	25	10	3 90	9 320	0 160	570	3,3,3,6, к
Потреба у вант.	380	360	460	210	320	550	580	160	3020	
Рядок різниць	5,к	2,2,2, 2,2,к	5,к	2,2,2, 2,2,к	4,4,к	3,3,3, к	4,4,1, 4,2,к	3,3,3, к		

Далі перевіряємо план на оптимальність методом потенціалів:

потенціал рядка та стовпчика розраховується за формулою

$$U_i = 0, \quad U_i + V_j = C_{ij} \quad (2.1.1)$$

де U_i - потенціал рядка;

V_j - потенціал стовпчика;

C_{ij} - цільовий елемент.

План буде оптимальним тоді, коли всі потенціали незавантажених клітин негативні або нулі:

$$P_{ij} = V_j + U_i - C_{ij} \leq 0 \quad (2.1.2)$$

де P_{ij} – потенціал незавантаженої клітини.

Таблиця 4 — Перевірка на оптимальність

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₇	B ₈	B ₉	B ₁₀	Наявн вант.	U _i
A ₁	0 160	7	5	9	19	21	22	24	160	0
A ₂	7 220	0 280	10	2	12	14	15	17	500	7
A ₃	5	10	0 140	8	15	20	17	23	140	1
A ₄	9	2 80	8 320	0 210	10	12	13 - 200	15	810	9
A ₅	17	10	16	8	3 320	7	4 60	10	380	0
A ₈	21	14	20	12	7	0 460	8	3	460	2
A ₁₀	24	17	23	25	10	3 90	9 320	0 160	570	5
Потреба у вант.	380	360	460	210	320	550	580	160	3020	
V _j	0	-7	-1	-9	3	-2	4	-5		

Таблиця 5 — Оптимальний план повернення порожнього рухомого складу

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_7	B_8	B_9	B_{10}	Наяв н. вант.	U_i
A_1	0 160	7	5	9	19	21	22	24	160	0
A_2	220 ⁷	280 ⁰	10	2	12	14	15	17	500	7
A_3	5	10	140 ⁰	8	15	20	17	23	140	1
A_4	9	80 ²	320 ⁸	210 ⁰	200 ¹⁰	12	13	15	810	9
A_5	17	10	16	8	120 ³	7	260 ⁴	10	380	0
A_8	21	14	20	12	7	460 ⁰	8	3	460	2
A_{10}	24	17	23	25	10	3	320 ⁹	0	570	5
						90		160		
Потреба у вант.	380	360	460	210	320	550	580	160	3020	
V_j	0	-7	-1	-9	3	-2	4	-5		

Висновок. План оптимальний.

2.2. Складання маршрутів перевезень вантажів

Комплектування раціональних маршрутів способом таблиць зв'язків (ТЗ) виконується наступним чином. Складають дві таблиці зв'язків: ТЗ-1 і ТЗ-2. перша відображає план перевезень, а друга — оптимальний план повернення порожнього рухомого складу. На першому етапі комплектують однокільцеві маршрутні ланцюжки, послідовно вибираючи транспортні зв'язки із ТЗ-1 і ТЗ-2. При цьому індекси пункта розвантаження в їздках із вантажем та без нього повинні збігатися. Кількість їздок (X) вирішується з умови $X = \text{тіл} (X^{\wedge}; X^{\wedge})$. Однокільцевий маршрутний ланцюжок є замкнутим, тобто отриманий маятниковий маршрут зі зворотнім порожнім пробігом, коли крайні індекси пунктів збігаються. На другому етапі складають двокільцеві ланцюжки, використовуючи однокільцеві незамкнені ланцюжки. На цьому етапі є можливість скласти колові маршрути з двома їздками. Далі із залишившихся незамкнених маршрутних ланцюжків комплектують три- та чотирьокільцеві маршрути. Ознакою закінчення комплектування маршрутів є відсутність незамкнених маршрутних ланцюжків.

ТЗ-1	
A_1B_{10}	160
A_2B_9	180
A_2B_7	320
A_3B_9	140
A_4B_9	260
A_4B_8	550
A_5B_1	380
A_8B_3	460
$A_{10}B_2$	360
$A_{10}B_4$	210
Усього 3020	

ТЗ-2	
B_1A_1	160
B_1A_2	220
B_2A_2	280
B_2A_4	80
B_3A_3	140
B_3A_4	320
B_4A_4	210
B_7A_4	200
B_7A_5	120
B_8A_8	460
B_8A_{10}	90
B_9A_5	260
B_9A_{10}	320
$B_{10}A_{10}$	160
Усього 3020	

Після того, як побудувало дві таблиці ТЗ-1 та ТЗ-2, складаємо однокільцеві маршрутні ланцюжки і перевіряємо їх на наявність маятникового маршруту.

1 етап

$A_1B_{10}B_{10}A_{10} — 160$

$A_2B_9B_9A_5 — 180$

$A_2B_7B_7A_5 — 120$

$A_2B_7B_7A_4 — 200$

$A_3B_9B_9A_5 — 80$

$A_3B_9B_9A_{10} — 60$

$A_4B_9B_9A_{10} — 260$

$A_4 B_8B_8A_{10} — 90$

$A_4B_8B_8A_8 — 460$

$A_5B_1 B_1 A_1 — 160$

$A_5B_1 B_1 A_2 — 220$

$A_8B_3B_3A_3 — 140$

$A_8B_3B_3A_4 — 320$

$A_{10} B_2B_2 A_4 — 80$

$A_{10}B_2B_2A_2 — 280$

$A_{10} B_4B_4 A_4 — 210$

Маятникових маршрутів немає. Переходимо до 2 етапу.

2 етап

$A_2 B_9 B_9 A_5 A_5 B_1 B_1 A_2 — 180$ кільцевий (К)

$A_2 B_7 B_7 A_5 A_5 B_1 B_1 A_2 — 40$ К

$A_4B_9B_9A_{10} A_{10} B_2B_2A_4 — 80$ К

$A_4 B_9 B_9 A_{10} A_{10} B_4B_4A_4 — 180$ К

$A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_4 — 320$ К

$A_4 B_8B_8 A_{10}A_{10} B_4B_4A_4 — 30$ К

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2 A_2$ — 160

$A_2B_7B_7A_5A_5B_1B_1A_1$ — 80

$A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_{10}$ —60

$A_2B_7B_7A_4A_4 B_8B_8A_8$ — 140

$A_3B_9B_9A_{10}A_{10}B_2B_2A_2$ — 60

$A_3B_9B_9A_5A_5B_1B_1A_1$ — 80

$A_8B_3 B_3A_3$ — 140

$A_{10} B_2B_2A_2$ — 60

Визначили шість кільцевих маршрутів з двома їздками.

3 етап

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_5A_5B_1B_1A_1$ — 80 К

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_{10}$ — 60

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8$ — 20

$A_2B_7B_7A_4 A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3$ — 120

$A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_{10}A_{10}B_2B_2A_2$ — 20

$A_3B_9B_9A_{10}A_{10}B_2B_2A_2$ — 40

$A_3B_9B_9A_5A_5B_1B_1A_1$ — 80

$A_{10} B_2B_2A_2$ — 60

Визначили один кільцевий маршрут з чотирма їздками.

4 етап

$A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_{10}A_{10}B_2B_2A_2$ — 40 К

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2 A_2B_7 B_7A_4A_4B_8B_8A_{10}A_{10}B_2B_2A_2$ — 60

$A_1B_{10} B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_{10}A_{10}B_2B_2A_2$ — 20

$A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_5A_5B_1B_1A_1$ — 80

Визначили один кільцевий маршрут з п'ятьма їздками

5 етап

$A_1B_{10} B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4 A_4B_8B_8A_{10}A_{10}B_2B_2A_2$

$A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3 A_3B_9B_9A_5A_5B_1B_1A_1$ — 60 К

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_5A_5B_1B_1A_1$ — 20 К

Визначили один кільцевий маршрут з десятима їздками та один — з дванадцятьма їздками, та розформовуємо їх на менші кільцеві маршрути:

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_5A_5B_1B_1A_1$ — 20К

$A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8$ — 20 К

$A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_{10}$ — 60 К

$A_1B_{10}B_{10}A_{10}A_{10}B_2B_2A_2A_2B_7B_7A_4A_4B_8B_8A_8A_8B_3B_3A_3A_3B_9B_9A_5A_5B_1B_1A_1$ — 60 К

Отже, маємо 11 кільцевих маршрутів.

Після цього колові маршрути треба перевірити за коефіцієнтом використання пробігу ($\beta > \beta_{\min}$), не враховуючи нульовий пробіг $\beta_{\min} = 0.53$, а також за часом оберту ($t_{об} < T_n$). T_n прийняти 8 годин.

Для визначення часу оберту прийняти експлуатаційну швидкість рухомого складу: $V_i = 20$ км/год.

$$\beta = L_{гр} / L_{общ} \quad (2.2.1)$$

$$t_n = L_{гр} / V_i \quad (2.2.2)$$

$L_{гр}$ — пробіг з вантажем;

V_i — експлуатаційна швидкість

$L_{заг}$ — загальний пробіг.

рухомого складу.

$$\beta = 39 / 50 = 0,78;$$

$$\beta = 41 / 54 = 0,75.$$

$$\beta = 29 / 39 = 0,74;$$

$$\beta = 30 / 41 = 0,73;$$

$$\beta = 28 / 37 = 0,75;$$

$$\beta = 32 / 40 = 0,80;$$

$$\beta = 27 / 30 = 0,90;$$

$$\beta = 70 / 73 = 0,95;$$

$$\beta = 78 / 97 = 0,80;$$

$$\beta = 119 / 133 = 0,89;$$

$$\beta = 78 / 97 = 0,80;$$

$$t_H = 50 / 20 = 2,5;$$

$$t_H = 39 / 20 = 1,95;$$

$$t_H = 41/20 = 2,05;$$

$$t_H = 37 / 20 = 1,85;$$

$$t_H = 40 / 20 = 2,00;$$

$$t_H = 30/20=1,50;$$

$$t_H = 73 /20 = 3,65;$$

$$t_H = 97/20 = 4,85;$$

$$t_H = 133/20 = 6,65;$$

$$t_H = 97/20 = 4,85;$$

$$t_H = 54/20 = 2,70.$$

3. РОЗРАХУНОК СІТКОВОЇ МОДЕЛІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ.

Вихідними даними буде — схема транспортної мережі, вершинами її будуть події, а довжина ланок — це витрати часу на виконання відповідних робіт у годинах.

У результаті розрахунків визначають значення тривалості критичного шляху, резерви часу настання подій і резерви часу виконання робіт, котрі не лежать на критичному шляху.

Для цього треба розрахувати терміни ранні та пізні настання подій; ранні та пізні терміни початку та закінчення робіт (t_k^{pn} ; t_k^{mp} ; t_k^{p3} ; t_k^{n3}) довжину критичного шляху; резерви часу настання подій та резерви часу виконання робіт (R_k^n ; R_k^c ; Ψ_k^p ; Ψ_k^n)

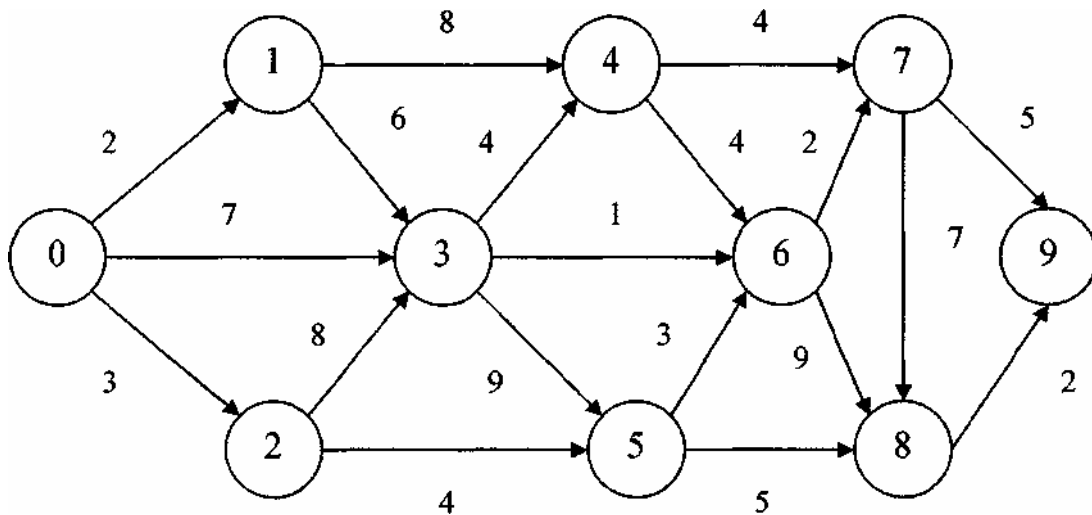


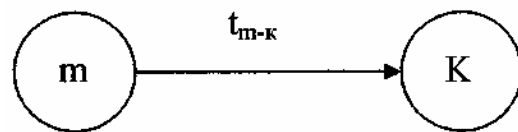
Рисунок 12— Сіткова модель виробничого процесу

3.1. Знаходження критичного шляху сіткової моделі

1) Якщо в подію веде одна робота, то ранній термін настання цієї події дорівнює ранньому терміну настання попередньої події плюс величина роботи:

$$T_K^P = T_m^P + t_{m-k} \quad (3.1.1)$$

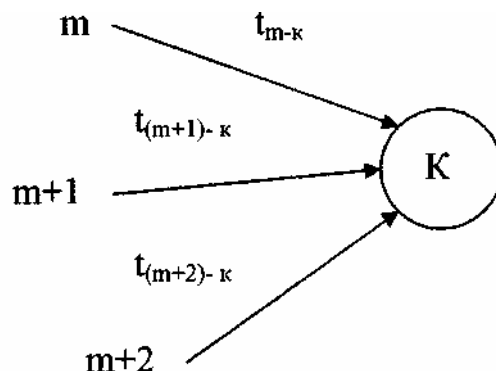
якщо



2) Якщо у подію входить більш ніж одна робота, то ранній термін настання цієї події дорівнює максимальному значенню з ранніх термінів настання цієї події через направлені у нього роботи:

$$T_K^P = \max \{ T_K^P(t_{m-k}); T_K^P(t_{(m+1)-k}); T_K^P(t_{(m+2)-k}) \} \quad (3.1.2)$$

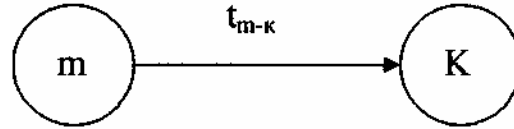
якщо



3) Якщо з події виходить одна робота, то пізній термін цієї події дорівнює пізньому терміну настання наступної події мінус величина роботи:

$$T_K^n = T_m^n + t_{m-k} \quad (3.1.3)$$

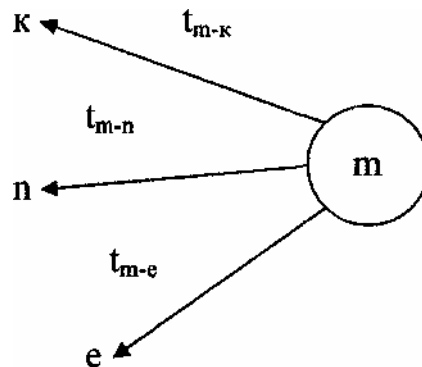
ЯКЩО



4) Якщо з події виходить більш ніж одна робота, то пізній термін настання цієї події дорівнює мінімальному значенню з пізніх термінів настання цієї події через вихідні з нього роботи:

$$T_m^n = \min \{ T_m^n(t_{m-k}); T_m^n(t_{m-n}); T_m^n(t_{m-e}) \} \quad (3.1.4)$$

ЯКЩО



Ранні терміни настання подій:

$$T_1^P = T_0^P + t_{0-1} = 0 + 2 = 2;$$

$$T_2^P = T_0^P + t_{0-2} = 0 + 3 = 3;$$

$$T_3^P = \max \{ T_3^P(t_{1-3}); T_3^P(t_{0-3}); T_3^P(t_{2-3}) \} = 11$$

$$T_3^P(t_{1-3}) = T_1^P + t_{1-3} = 2 + 6 = 8$$

$$T_3^P(t_{0-3}) = T_0^P + t_{0-3} = 0 + 7 = 7$$

$$T_3^P(t_{2-3}) = T_2^P + t_{2-3} = 3 + 8 = 11;$$

$$T_4^P = \max \{ T_4^P(t_{1-4}); T_4^P(t_{3-4}) \} = 15$$

$$T_4^P(t_{1-4}) = 2 + 8 = 10$$

$$T_4^P(t_{(3-4)}) = 11+4=15;$$

$$T_5^P = \max \{ T_5^P(t_{(2-5)}); T_5^P(t_{(3-5)}) \} = 20$$

$$T_5^P(t_{(2-5)}) = 3 + 4 = 7$$

$$T_5^P(t_{(3-5)}) = 11 + 9 = 20;$$

$$T_6^P = \max \{ T_6^P(t_{(3-6)}); T_6^P(t_{(4-6)}); T_6^P(t_{(5-6)}) \} = 23$$

$$T_6^P(t_{(3-6)}) = 11 + 1 = 12$$

$$T_6^P(t_{(4-6)}) = 15 + 4 = 19$$

$$T_6^P(t_{(5-6)}) = 20 + 3 = 23;$$

$$T_7^P = \max \{ T_7^P(t_{(4-7)}); T_7^P(t_{(6-7)}) \} = 25$$

$$T_7^P(t_{(4-7)})=15 + 4 = 19$$

$$T_7^P(t_{(6-7)}) = 23 + 2 = 25;$$

$$T_8^P = \max \{ T_8^P(t_{(5-8)}); T_8^P(t_{(6-8)}); T_8^P(t_{(7-8)}) \} = 32$$

$$T_8^P(t_{(5-8)}) = 20 + 5 = 25$$

$$T_8^P(t_{(6-8)}) = 23 + 9 = 32$$

$$T_8(t_{(7-8)}) = 25 + 7 = 32;$$

$$T_9^P = \max \{ T_9^P(t_{(7-9)}); T_7^P(t_{(8-9)}) \} = 34$$

$$T_9^P(t_{(7-9)}) = 25 + 5 = 30$$

$$T_7^P(t_{(8-9)}) = 32 + 2 = 34.$$

Розрахунок пізніх термінів настання подій:

$$T_8^N = T_9^N - t_{8-9} = 34 - 2 = 32$$

$$T_7^N = \min \{ T_7^N(t_{(7-8)}); T_7^N(t_{(7-9)}) \} = 25$$

$$T_7^N(t_{(7-8)}) = T_8^N - t_{7-8} = 32 - 7 = 25$$

$$T_7^N(t_{(7-9)}) = T_9^N - t_{7-9} = 34 - 5 = 29;$$

$$T_6^n = \min \{ T_6^n(t_{6.7}); T_7^n(t_{6.8}) \} = 23$$

$$T_6^n(t_{6.7}) = 25 - 2 = 23$$

$$T_7^n(t_{6.8}) = 32 - 9 = 23;$$

$$T_5^n = \min \{ T_5^n(t_{5.6}); T_5^n(t_{5.8}) \} = 20$$

$$T_5^n(t_{5.6}) = 23 - 3 = 20$$

$$T_5^n(t_{5.8}) = 32 - 5 = 27;$$

$$T_4^n = \min \{ T_4^n(t_{4.6}); T_4^n(t_{4.7}) \} = 19$$

$$T_4^n(t_{4.6}) = 23 - 4 = 19$$

$$T_4^n(t_{4.7}) = 25 - 4 = 21;$$

$$T_3^n = \min \{ T_3^n(t_{3.4}); T_3^n(t_{3.5}); T_3^n(t_{3.6}) \} = 11$$

$$T_3^n(t_{3.4}) = 19 - 4 = 15$$

$$T_3^n(t_{3.5}) = 20 - 9 = 11$$

$$T_3^n(t_{3.6}) = 23 - 1 = 22;$$

$$T_2^n = \min \{ T_2^n(t_{2.3}); T_2^n(t_{2.5}) \} = 3$$

$$T_2^n(t_{2.3}) = 11 - 8 = 3$$

$$T_2^n(t_{2.5}) = 20 - 4 = 16;$$

$$T_1^n = \min \{ T_1^n(t_{1.3}); T_1^n(t_{1.4}) \} = 5$$

$$T_1^n(t_{1.3}) = 11 - 6 = 5$$

$$T_1^n(t_{1.4}) = 19 - 8 = 11.$$

Розрахунок резервів часу настання подій:

$$\Delta T_K = T_K^n - T_K^p \quad (3.1.5)$$

$$\Delta T_0 = T_0^n - T_0^p = 0 - 0 = 0;$$

$$\Delta T_1 = T_1^{\Pi} - T_1^P = 5 - 2 = 3;$$

$$\Delta T_2 = T_2^{\Pi} - T_2^P = 3 - 3 = 0;$$

$$\Delta T_3 = T_3^{\Pi} - T_3^P = 11 - 11 = 0;$$

$$\Delta T_4 = T_4^{\Pi} - T_4^P = 19 - 15 = 4;$$

$$\Delta T_5 = T_5^{\Pi} - T_5^P = 20 - 20 = 0;$$

$$\Delta T_6 = T_6^{\Pi} - T_6^P = 23 - 23 = 0;$$

$$\Delta T_7 = T_7^{\Pi} - T_7^P = 25 - 25 = 0;$$

$$\Delta T_8 = T_8^{\Pi} - T_8^P = 32 - 32 = 0;$$

$$\Delta T_9 = T_9^{\Pi} - T_9^P = 34 - 34 = 0.$$

Таблиця 6 — Результати розрахунків

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_k^P	0	2	3	11	15	20	23	25	32	34
T_k^{Π}	0	5	3	11	19	20	23	25	32	34
ΔT_k	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0

Критичний шлях буде проходити через ті події, у яких резерви часу настання подій дорівнюють нулю. Критичний шлях — це саме той часовий інтервал, який ми закладаємо в основу нашого планування.

0—2—3—5—6—7—8—9 — критичний шлях.

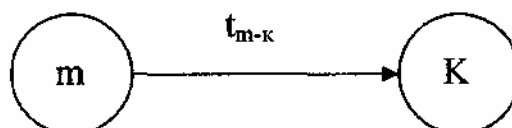
3.2. Знаходження резервів часу настання подій та виконання робіт

Ранній початок K -ої роботи дорівнює ранньому початку подій з котрого

вона виходить:

$$t_k^{pn} = T_m^p \quad (3.2.1)$$

ЯКЩО

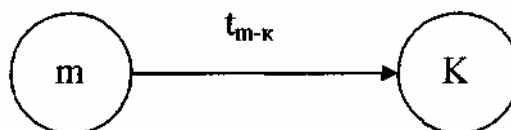


$$\begin{aligned} t_{0-1}^{pn} &= T_0^p = 0; \\ t_{1-3}^{pn} &= T_1^p = 2; \\ t_{2-3}^{pn} &= T_2^p = 3; \\ t_{3-4}^{pn} &= T_3^p = 11; \\ t_{4-6}^{pn} &= T_4^p = 15; \\ t_{5-6}^{pn} &= T_5^p = 20; \\ t_{6-7}^{pn} &= T_6^p = 23; \\ t_{7-8}^{pn} &= T_7^p = 25; \\ t_{8-9}^{pn} &= T_8^p = 32. \end{aligned}$$

Пізній початок K -ої роботи дорівнює пізньому початку подій у котру вона входить мінус величина роботи:

$$t_k^{mn} = T_k^n - t_k \quad (3.2.2)$$

ЯКЩО

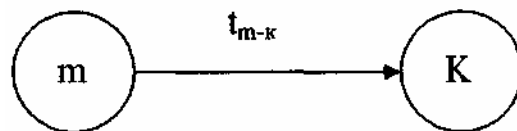


$$\begin{aligned} t_{0-1}^{mn} &= T_1^n - t_{0-1} = 5 - 2 = 3; \\ t_{0-2}^{mn} &= T_2^n - t_{0-2} = 3 - 3 = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{0-3}^{\text{mn}} &= T_3^{\text{n}} - t_{0-3} = 11 - 7 = 4; \\
t_{1-3}^{\text{mn}} &= T_3^{\text{n}} - t_{1-3} = 11 - 6 = 5; \\
t_{1-4}^{\text{mn}} &= T_4^{\text{n}} - t_{1-4} = 19 - 8 = 11; \\
t_{2-3}^{\text{mn}} &= T_3^{\text{n}} - t_{2-3} = 11 - 8 = 3; \\
t_{2-5}^{\text{mn}} &= T_5^{\text{n}} - t_{2-5} = 20 - 4 = 16; \\
t_{3-4}^{\text{mn}} &= T_4^{\text{n}} - t_{3-4} = 19 - 4 = 15; \\
t_{3-5}^{\text{mn}} &= T_5^{\text{n}} - t_{3-5} = 20 - 9 = 11; \\
t_{3-6}^{\text{mn}} &= T_6^{\text{n}} - t_{3-6} = 23 - 1 = 22; \\
t_{4-6}^{\text{mn}} &= T_6^{\text{n}} - t_{4-6} = 23 - 4 = 19; \\
t_{4-7}^{\text{mn}} &= T_7^{\text{n}} - t_{4-7} = 25 - 4 = 21; \\
t_{5-6}^{\text{mn}} &= T_6^{\text{n}} - t_{5-6} = 23 - 3 = 20; \\
t_{5-8}^{\text{mn}} &= T_8^{\text{n}} - t_{5-8} = 32 - 5 = 27; \\
t_{6-7}^{\text{mn}} &= T_7^{\text{n}} - t_{6-7} = 25 - 2 = 23; \\
t_{6-8}^{\text{mn}} &= T_8^{\text{n}} - t_{6-8} = 32 - 9 = 23; \\
t_{7-8}^{\text{mn}} &= T_8^{\text{n}} - t_{7-8} = 32 - 7 = 25; \\
t_{7-9}^{\text{mn}} &= T_9^{\text{n}} - t_{7-9} = 34 - 5 = 29; \\
t_{8-9}^{\text{mn}} &= T_9^{\text{n}} - t_{8-9} = 34 - 2 = 32.
\end{aligned}$$

Раннє закінчення K -ої роботи дорівнює ранньому початку подій плюс величина роботи:

$$t_{\text{K}}^{\text{p3}} = t_{\text{K}}^{\text{pn}} + t_{\text{K}} = T_{\text{m}}^{\text{p}} + t_{\text{K}} \quad (3.2.3)$$

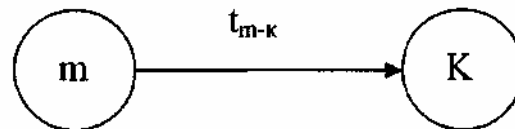


$$\begin{aligned}
t_{0-1}^{p3} &= t_{0-1}^{pn} + t_{0-1} = 0 + 2 = 2; \\
t_{0-2}^{p3} &= t_{0-2}^{pn} + t_{0-2} = 0 + 3 = 3; \\
t_{0-3}^{p3} &= t_{0-3}^{pn} + t_{0-3} = 0 + 7 = 7; \\
t_{1-3}^{p3} &= t_{1-3}^{pn} + t_{1-3} = 2 + 6 = 8; \\
t_{1-4}^{p3} &= t_{1-4}^{pn} + t_{1-4} = 2 + 8 = 10; \\
t_{2-3}^{p3} &= t_{2-3}^{pn} + t_{2-3} = 3 + 8 = 11; \\
t_{2-5}^{p3} &= t_{2-5}^{pn} + t_{2-5} = 3 + 4 = 7; \\
t_{3-4}^{p3} &= t_{3-4}^{pn} + t_{3-4} = 11 + 4 = 15; \\
t_{3-5}^{p3} &= t_{3-5}^{pn} + t_{3-5} = 11 + 9 = 20; \\
t_{3-6}^{p3} &= t_{3-6}^{pn} + t_{3-6} = 11 + 1 = 12;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{4-6}^{p3} &= t_{4-6}^{pn} + t_{4-6} = 15 + 4 = 19; \\
t_{4-7}^{p3} &= t_{4-7}^{pn} + t_{4-7} = 15 + 4 = 19; \\
t_{5-6}^{p3} &= t_{5-6}^{pn} + t_{5-6} = 20 + 3 = 23; \\
t_{5-8}^{p3} &= t_{5-8}^{pn} + t_{5-8} = 20 + 5 = 25; \\
t_{6-7}^{p3} &= t_{6-7}^{pn} + t_{6-7} = 23 + 2 = 25; \\
t_{6-8}^{p3} &= t_{6-8}^{pn} + t_{6-8} = 23 + 9 = 32; \\
t_{7-8}^{p3} &= t_{7-8}^{pn} + t_{7-8} = 25 + 7 = 32; \\
t_{7-9}^{p3} &= t_{7-9}^{pn} + t_{7-9} = 25 + 5 = 30; \\
t_{8-9}^{p3} &= t_{8-9}^{pn} + t_{8-9} = 32 + 2 = 34.
\end{aligned}$$

Пізнє закінчення K -ої роботи дорівнює пізньому початку подій у котру вона входить:

$$t_k^{m3} = T_n^n \quad (3.2.4)$$



$$\begin{aligned}
t_{0-1}^{m3} &= T_1^n = 5; \\
t_{0-2}^{m3} &= T_2^n = 3; \\
t_{0-3}^{m3} &= T_3^n = 11; \\
t_{1-4}^{m3} &= T_4^n = 19; \\
t_{2-5}^{m3} &= T_5^n = 20; \\
t_{3-6}^{m3} &= T_6^n = 23; \\
t_{4-7}^{m3} &= T_7^n = 25; \\
t_{5-8}^{m3} &= T_8^n = 32; \\
t_{7-9}^{m3} &= T_9^n = 34;
\end{aligned}$$

Повний резерв часу виконання робіт дорівнює різниці між пізнім початком K -ої роботи та раннім закінченням K -ої роботи:

$$R_k^n = t_k^{m3} - t_k^{pn} = t_k^{m3} - t_k^{p3} \quad (3.2.5)$$

$$\begin{aligned}
R_{0-1}^n &= t_{0-1}^{mn} - t_{0-1}^{pn} = 3 - 0 = 3; \\
R_{0-2}^n &= t_{0-2}^{mn} - t_{0-2}^{pn} = 0 - 0 = 0; \\
R_{0-3}^n &= t_{0-3}^{mn} - t_{0-3}^{pn} = 4 - 0 = 4; \\
R_{1-3}^n &= t_{1-3}^{mn} - t_{1-3}^{pn} = 5 - 2 = 3; \\
R_{1-4}^n &= t_{1-4}^{mn} - t_{1-4}^{pn} = 11 - 2 = 9; \\
R_{2-3}^n &= t_{2-3}^{mn} - t_{2-3}^{pn} = 3 - 3 = 0; \\
R_{2-5}^n &= t_{2-5}^{mn} - t_{2-5}^{pn} = 16 - 3 = 13; \\
R_{3-4}^n &= t_{3-4}^{mn} - t_{3-4}^{pn} = 15 - 11 = 4; \\
R_{3-5}^n &= t_{3-5}^{mn} - t_{3-5}^{pn} = 11 - 11 = 0; \\
R_{3-6}^n &= t_{3-6}^{mn} - t_{3-6}^{pn} = 22 - 11 = 11; \\
R_{4-6}^n &= t_{4-6}^{mn} - t_{4-6}^{pn} = 19 - 15 = 4; \\
R_{4-7}^n &= t_{4-7}^{mn} - t_{4-7}^{pn} = 21 - 15 = 6; \\
R_{5-6}^n &= t_{5-6}^{mn} - t_{5-6}^{pn} = 20 - 20 = 0; \\
R_{5-8}^n &= t_{5-8}^{mn} - t_{5-8}^{pn} = 27 - 20 = 7; \\
R_{6-7}^n &= t_{6-7}^{mn} - t_{6-7}^{pn} = 23 - 23 = 0; \\
R_{6-8}^n &= t_{6-8}^{mn} - t_{6-8}^{pn} = 23 - 23 = 0; \\
R_{7-8}^n &= t_{7-8}^{mn} - t_{7-8}^{pn} = 25 - 25 = 0; \\
R_{7-9}^n &= t_{7-9}^{mn} - t_{7-9}^{pn} = 29 - 25 = 4; \\
R_{8-9}^n &= t_{8-9}^{mn} - t_{8-9}^{pn} = 32 - 32 = 0.
\end{aligned}$$

Вільний резерв часу виконання робіт дорівнює максимальному значенню, між нулем й різницею між раннім терміном настання події в яку вона входить, пізнім терміном настання події з якої вона виходить та величиною роботи:

$$R_k^B = \max \{ 0; T_n^P - T_m^n - t_k \} \quad (3.2.6)$$

$$R_{0-1}^B = \max \{ 0; T_1^P - T_0^n - t_{0-1} \} = \max \{ 0; 2 - 0 - 2 \} = 0;$$

$$R_{0-2}^B = \max \{ 0; T_2^P - T_0^n - t_{0-2} \} = \max \{ 0; 3 - 0 - 3 \} = 0;$$

$$R_{0-3}^B = \max \{ 0; T_3^P - T_0^n - t_{0-3} \} = \max \{ 0; 11 - 0 - 7 \} = 4;$$

$$\begin{aligned}
R_{1.3}^B &= \max \{ 0; T_3^P - T_1^n - t_{1.3} \} = \max \{ 0; 11 - 5 - 6 \} = 0; \\
R_{1.4}^B &= \max \{ 0; T_4^P - T_1^n - t_{1.4} \} = \max \{ 0; 15 - 5 - 8 \} = 2; \\
R_{2.3}^B &= \max \{ 0; T_3^P - T_2^n - t_{2.3} \} = \max \{ 0; 11 - 3 - 8 \} = 0; \\
R_{2.5}^B &= \max \{ 0; T_5^P - T_2^n - t_{2.5} \} = \max \{ 0; 20 - 3 - 4 \} = 13; \\
R_{3.4}^B &= \max \{ 0; T_4^P - T_3^n - t_{3.4} \} = \max \{ 0; 15 - 11 - 4 \} = 0; \\
R_{3.5}^B &= \max \{ 0; T_5^P - T_3^n - t_{3.5} \} = \max \{ 0; 20 - 11 - 9 \} = 0; \\
R_{3.6}^B &= \max \{ 0; T_6^P - T_3^n - t_{3.6} \} = \max \{ 0; 23 - 11 - 1 \} = 11; \\
R_{4.6}^B &= \max \{ 0; T_6^P - T_4^n - t_{4.6} \} = \max \{ 0; 23 - 19 - 4 \} = 0; \\
R_{4.7}^B &= \max \{ 0; T_7^P - T_4^n - t_{4.7} \} = \max \{ 0; 25 - 19 - 4 \} = 2; \\
R_{5.6}^B &= \max \{ 0; T_6^P - T_5^n - t_{5.6} \} = \max \{ 0; 23 - 20 - 3 \} = 0; \\
R_{5.8}^B &= \max \{ 0; T_8^P - T_5^n - t_{5.8} \} = \max \{ 0; 32 - 20 - 5 \} = 7; \\
R_{6.7}^B &= \max \{ 0; T_7^P - T_6^n - t_{6.7} \} = \max \{ 0; 27 - 23 - 2 \} = 2; \\
R_{6.8}^B &= \max \{ 0; T_8^P - T_6^n - t_{6.8} \} = \max \{ 0; 32 - 23 - 9 \} = 0; \\
R_{7.8}^B &= \max \{ 0; T_8^P - T_7^n - t_{7.8} \} = \max \{ 0; 32 - 25 - 7 \} = 0; \\
R_{7.9}^B &= \max \{ 0; T_9^P - T_7^n - t_{7.9} \} = \max \{ 0; 34 - 25 - 5 \} = 4; \\
R_{8.9}^B &= \max \{ 0; T_9^P - T_8^n - t_{8.9} \} = \max \{ 0; 34 - 32 - 2 \} = 0.
\end{aligned}$$

Часний по раннім термінам резерв часу:

$$\mathcal{C}_k^P = T_n^P - T_m^P - t_k \tag{3.2.7}$$

$$\begin{aligned}
\mathcal{C}_{0.1}^P &= T_1^P - T_0^P - t_{0.1} = 2 - 0 - 2 = 0; \\
\mathcal{C}_{0.2}^P &= T_2^P - T_0^P - t_{0.2} = 3 - 0 - 3 = 0; \\
\mathcal{C}_{0.3}^P &= T_3^P - T_0^P - t_{0.3} = 11 - 0 - 7 = 4; \\
\mathcal{C}_{1.3}^P &= T_3^P - T_1^P - t_{1.3} = 11 - 2 - 6 = 3; \\
\mathcal{C}_{1.4}^P &= T_4^P - T_1^P - t_{1.4} = 15 - 2 - 8 = 5; \\
\mathcal{C}_{2.3}^P &= T_3^P - T_2^P - t_{2.3} = 11 - 3 - 8 = 0; \\
\mathcal{C}_{2.5}^P &= T_5^P - T_2^P - t_{2.5} = 20 - 3 - 4 = 13; \\
\mathcal{C}_{3.4}^P &= T_4^P - T_3^P - t_{3.4} = 15 - 11 - 4 = 0; \\
\mathcal{C}_{3.5}^P &= T_5^P - T_3^P - t_{3.5} = 20 - 11 - 9 = 0; \\
\mathcal{C}_{3.6}^P &= T_6^P - T_3^P - t_{3.6} = 23 - 11 - 1 = 11;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathcal{U}_{4-6}^P &= T_6^P - T_4^P - t_{4-6} = 23 - 15 - 4 = 4; \\
\mathcal{U}_{4-7}^P &= T_7^P - T_4^P - t_{4-7} = 25 - 15 - 4 = 6; \\
\mathcal{U}_{5-6}^P &= T_6^P - T_5^P - t_{5-6} = 23 - 20 - 3 = 0; \\
\mathcal{U}_{5-8}^P &= T_8^P - T_5^P - t_{5-8} = 32 - 20 - 5 = 7; \\
\mathcal{U}_{6-7}^P &= T_7^P - T_6^P - t_{6-7} = 25 - 23 - 2 = 0; \\
\mathcal{U}_{6-8}^P &= T_8^P - T_6^P - t_{6-8} = 32 - 23 - 9 = 0; \\
\mathcal{U}_{7-8}^P &= T_8^P - T_7^P - t_{7-8} = 32 - 5 - 7 = 0; \\
\mathcal{U}_{7-9}^P &= T_9^P - T_7^P - t_{7-9} = 34 - 25 - 5 = 4; \\
\mathcal{U}_{8-9}^P &= T_9^P - T_8^P - t_{8-9} = 34 - 32 - 2 = 0.
\end{aligned}$$

Часний по пізнім термінам резерв часу:

$$\mathcal{U}_k^n = T_n^n - T_m^n - t_k \quad (3.2.8)$$

$$\begin{aligned}
\mathcal{U}_{0-1}^n &= T_1^n - T_0^n - t_{0-1} = 5 - 0 - 2 = 3; \\
\mathcal{U}_{0-2}^n &= T_2^n - T_0^n - t_{0-2} = 3 - 0 - 3 = 0; \\
\mathcal{U}_{0-3}^n &= T_3^n - T_0^n - t_{0-3} = 11 - 0 - 7 = 4; \\
\mathcal{U}_{1-3}^n &= T_3^n - T_1^n - t_{1-3} = 11 - 5 - 6 = 0; \\
\mathcal{U}_{1-4}^n &= T_4^n - T_1^n - t_{1-4} = 19 - 5 - 8 = 6; \\
\mathcal{U}_{2-3}^n &= T_3^n - T_2^n - t_{2-3} = 11 - 3 - 8 = 0; \\
\mathcal{U}_{2-5}^n &= T_5^n - T_2^n - t_{2-5} = 20 - 3 - 4 = 13; \\
\mathcal{U}_{3-4}^n &= T_4^n - T_3^n - t_{3-4} = 19 - 11 - 4 = 4; \\
\mathcal{U}_{3-5}^n &= T_5^n - T_3^n - t_{3-5} = 20 - 11 - 9 = 0; \\
\mathcal{U}_{3-6}^n &= T_6^n - T_3^n - t_{3-6} = 23 - 11 - 1 = 11; \\
\mathcal{U}_{4-6}^n &= T_6^n - T_4^n - t_{4-6} = 23 - 19 - 4 = 0; \\
\mathcal{U}_{4-7}^n &= T_7^n - T_4^n - t_{4-7} = 25 - 19 - 4 = 2; \\
\mathcal{U}_{5-6}^n &= T_6^n - T_5^n - t_{5-6} = 23 - 20 - 3 = 0;
\end{aligned}$$

$$\Psi_{5.8}^n = T_8^n - T_5^n - t_{5.8} = 32 - 20 - 5 = 7;$$

$$\Psi_{6.7}^n = T_7^n - T_6^n - t_{6.7} = 25 - 23 - 2 = 0;$$

$$\Psi_{6.8}^n = T_8^n - T_6^n - t_{6.8} = 32 - 23 - 9 = 0;$$

$$\Psi_{7.8}^n = T_8^n - T_7^n - t_{7.8} = 32 - 25 - 7 = 0;$$

$$\Psi_{7.9}^n = T_9^n - T_7^n - t_{7.9} = 34 - 25 - 5 = 4;$$

$$\Psi_{8.9}^n = T_9^n - T_8^n - t_{8.9} = 34 - 32 - 2 = 0.$$

Результати розрахунків вносимо у таблицю 7.

Таблиця 7 — Характеристика робіт

K	0 - 1	0 - 2	0 - 3	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 5	3 - 4	3 - 5	3 - 6	4 - 6	4 - 7	5 - 6	5 - 8	6 - 7	6 - 8	7 - 8	7 - 9	8 - 9
t_k	2	3	7	6	8	8	4	4	9	1	4	4	3	5	2	9	7	5	2
t_k^{pp}	0	0	0	2	2	3	3	11	11	11	15	15	20	20	23	23	25	25	32
t_k^{np}	3	0	4	5	11	3	16	15	11	22	19	21	20	27	23	23	25	29	32
t_k^{pz}	2	3	7	8	10	11	7	15	20	12	19	19	23	25	25	32	32	30	34
$t_k^{пз}$	5	3	11	11	19	11	20	19	20	23	23	27	23	32	27	32	32	34	34
Резерви часу																			
$R_K^п$	3	0	4	3	9	0	13	4	0	11	4	6	0	7	0	0	0	4	0
R_K^B	0	0	4	0	2	0	13	0	0	11	0	2	0	7	2	0	0	4	0
Ψ_K^p	0	0	4	3	5	0	13	0	0	11	4	6	0	7	0	0	0	4	0
$\Psi_K^п$	3	0	4	0	6	0	13	4	0	11	0	2	0	7	0	0	0	4	0

ВИСНОВОК

В ході курсової роботи виконано низку завдань, та відповідно знайдено оптимальні рішення щодо планування і організації перевезення вантажів автомобільним транспортом.

- Було визначено найкоротші відстані між усіма вершинами транспортної мережі методом потенціалів та складено матрицю найкоротших відстаней між вершинами транспортної мережі.

- Побудовано вихідний припустимий план перевезень вантажів, користуючись методом Фогеля та методом потенціалів для побудови оптимального розв'язання транспортної задачі.

- Не змінюючи планів перевезень вантажів, розроблено раціональні маршрути доставки різноманітних однорідних вантажів, які б забезпечили найбільше значення коефіцієнта використання пробігу.

- Знайдено критичний шлях та часові характеристики подій і робіт, а також розраховано мережний графік

ЛІТЕРАТУРА

1. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. — К.: Слово.—2001.—688 с.
2. Лэдсон Л. Оптимизация больших систем. — М.: Наука.—431 с.
3. Михайлович В.С., Кукса А.И. Методы последовательной оптимизации в дискретных сетевых задачах оптимального распределения ресурсов.— М.: Наука.—208с.
4. Зайченко Ю.П. Исследование операций. — К.:Вища школа.— 552 с.
5. Даффин Р. Геометрическое программирование. — М.: Мир.—308 с.
6. Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. — М.: Мир.—352с.