

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра будівельних, колійних та вантажно-
розвантажувальних машин**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних занять та самостійної роботи
з дисципліни**

***«УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ТА ОСНОВИ
ЛОГІСТИКИ»***

Частина 2

Харків – 2014

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ 26 листопада 2012 р.,

протокол № 3.

Наведено алгоритми розв'язання та приклади побудови графіків до п'яти практичних задач, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни «Управління виробництвом та основи логістики» для напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування».

Рекомендовано для студентів спеціальності 7.05050308 «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» усіх форм і строків навчання.

Укладачі:

доценти Л.М. Козар,
Є.В. Романович

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з дисципліни

*«УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ТА ОСНОВИ
ЛОГІСТИКИ»*

Частина 2

Відповідальний за випуск Козар Л.М.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 15.01.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра «Будівельні, колійні та
вантажно–розвантажувальні машини»**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни

***«УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ТА ОСНОВИ
ЛОГІСТИКИ»***

Частина 2

Харків – 2014

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ 26 листопада 2012 р., протокол № 3.

Наведено алгоритми розв'язання та приклади побудови графіків до п'яти практичних задач, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни «Управління виробництвом та основи логістики» для напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування».

Рекомендовано для студентів спеціальності 7.05050308 «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» усіх форм і строків навчання.

Укладачі:

доценти Л.М. Козар,
Є.В. Романович

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Прогнозування попиту на продукцію за допомогою рівняння Ферхюльста	5
1.1	Постановка задачі	5
1.2	Теоретичні відомості	6
1.3	Визначення параметрів та побудова графіка прогнозу	6
2	Прогнозування попиту на продукцію за допомогою рівняння гіперболи	10
2.1	Теоретичні відомості	10
2.2	Постановка задачі	10
2.3	Визначення параметрів та побудова графіка прогнозу	10
3	Організація виробничого процесу	14
3.1	Постановка задачі	14
3.2	Визначення тривалості операційного циклу	14
3.3	Послідовний вид руху предметів праці	16
3.4	Паралельний вид руху предметів праці	17
3.5	Паралельно-послідовний вид руху предметів праці	19
4	Оптимізація змішаних перевезень	25
4.1	Постановка задачі	25
4.2	Теоретичні відомості	26
4.3	Визначення вартостей та оптимального маршруту перевезень	26
5	Визначення оптимального пробігу для заміни рухомого складу	29
5.1	Постановка задачі	29
5.2	Теоретичні відомості	30
5.3	Визначення параметрів і побудова графіків залежності витрат від пробігу	30
	Список літератури	36

ВСТУП

Друга частина методичних вказівок є логічним доповненням до першої частини, виданої у 2012 році. Вона призначена для розв'язання студентами задач під час аудиторних занять, а також для полегшення самостійного набуття практичних навичок з дисципліни «Управління виробництвом та основи логістики».

Наведені алгоритми розрахунків та приклади побудови графіків до задач щодо прогнозування попиту на продукцію, організації виробничого процесу, оптимізації змішаних перевезень та визначення оптимального пробігу для заміни рухомого складу.

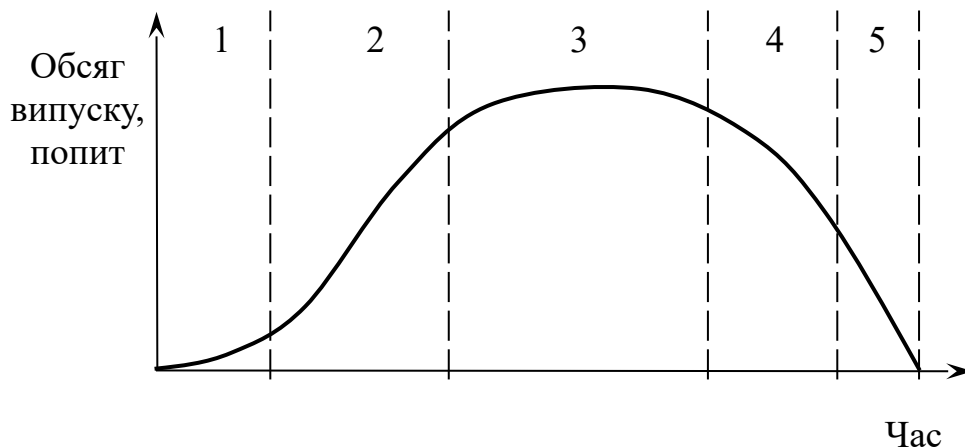
Кожна задача містить таблицю індивідуальних даних для тридцяти варіантів. Варіант вибирається студентом за порядковим номером у списку академічної групи за узгодженням з викладачем.

Можливе розв'язання задач з використанням комп'ютерного програмного забезпечення, наприклад табличного процесора Microsoft Excel.

1 ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ПРОДУКЦІЮ ЗА ДОПОМОГОЮ РІВНЯННЯ ФЕРХЮЛЬСТА

1.1 Теоретичні відомості

На графіку, що відображає обсяг випуску підприємством певної моделі виробу (життєвий цикл), можна виділити характерні зони (рисунок 1.1).



- 1 – освоєння і початок промислового виробництва; 2 – зростання збуту, збільшення обсяг випуску; 3 – стійкий збут і випуск; 4 – падіння збуту і випуску; 5 – зняття з виробництва

Рисунок 1.1 – Характерні зони промислового випуску виробу

Для ефективної діяльності виробнику важливо знати як буде реалізовуватись даний товар у майбутньому, тобто у якій зоні (див. рисунок 1.1) перебуває випуск у даний момент часу.

Для розв'язання таких задач часто використовують так звані S-подібні функції та гіперболи. S-подібна функція одержала назву розподілення Ферхюльста (бельгійського математика, 1804–1849 рр.). Графік цієї функції (рисунок 1.2) має два перегини і характеризується переходами від прискореного зростання до рівномірного (увігнутість) та від рівномірного зростання до уповільненого (випуклість).

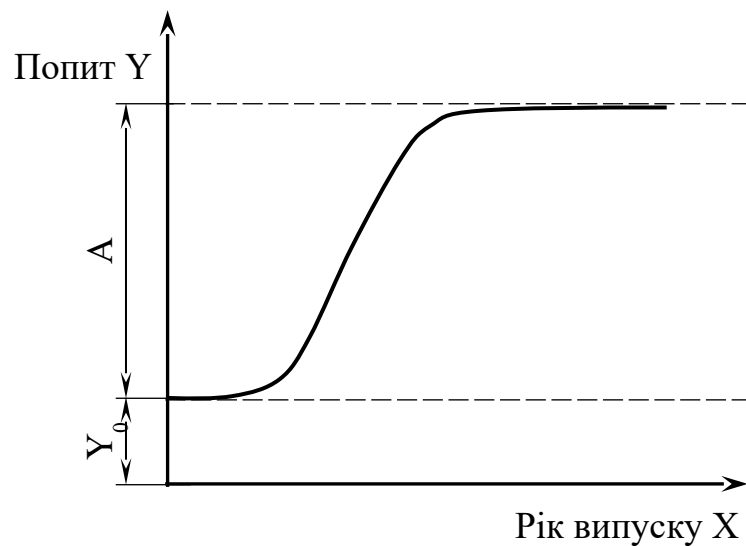


Рисунок 1.2 – Графік розподілення Ферхюльста

1.2 Постановка задачі

Відомі дані за останні 5 років щодо попиту на певний зразок продукції, яка виробляється підприємством. Попит вимірюється у вартісному еквіваленті, тобто це річний дохід від реалізації продукції у мільйонах гривень.

У задачі необхідно спрогнозувати обсяг продажу товару у 8-му році випуску з використанням рівняння Ферхюльста, для чого треба:

- побудувати графік фактичної зміни попиту за останні 5 років (вихідні дані);
- розрахувати параметри та побудувати графік теоретичної зміни попиту на 8 років (прогноз на три роки вперед);
- зробити висновки.

1.3 Визначення параметрів та побудова графіка прогнозу

Рівняння Ферхюльста (див. рисунок 1.2):

$$Y_{p,i} = \frac{A}{1 + 10^{a+b \cdot X_i}} + Y_0, \quad (1.1)$$

де $Y_{p,i}$ – розрахунковий попит на продукцію в i -му році, млн грн;
 A – відстань між верхньою та нижньою асимптотами, млн. грн;
 a, b – параметри нахилу, згину й точки перегину кривої;
 Y_0 – нижня асимптота функції, млн грн. Вважаємо, що випуск і
реалізація продукції починається від нуля, і приймаємо $Y_0 = 0$;
 X_i – координата часу (рік випуску).

Відстань між верхньою та нижньою асимптотами, млн грн,

$$A = \frac{2 \cdot Y_1 \cdot Y_3 \cdot Y_5 - Y_3^2 \cdot (Y_1 + Y_5)}{Y_1 \cdot Y_5 - Y_3^2}, \quad (1.2)$$

де $Y_1; Y_3; Y_5$ – три емпіричні значення функції, взяті через рівні
інтервали аргументу X (відповідно попит у
першому, третьому та п'ятому роках випуску за
вихідними даними), млн грн.

Подальші розрахунки виконуємо у формі таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Проміжний розрахунок параметрів розподілення Ферхюльста

Рік випуску X_i	Попит в i -му році Y_i , млн грн (вихідні дані)	X_i^2	$\frac{A}{Y_i}$	$Z_i = \lg\left(\frac{A}{Y_i} - 1\right)$	$X_i \cdot Z_i$
1					
2					
3					
4					
5					
$B = \sum_{i=1}^5 X_i$	–	$C = \sum_{i=1}^5 X_i^2$	–	$D = \sum_{i=1}^5 Z_i$	$F = \sum_{i=1}^5 X_i \cdot Y_i$
	–		–		

Після розрахунків коефіцієнтів B, C, D, F записуємо систему
двох рівнянь із двома невідомими, з якої знаходимо параметри
нахилу, згину й точки перегину функції a, b :

$$\left. \begin{array}{l} n_x \cdot a + B \cdot b = D \\ a \cdot B + C \cdot b = F \end{array} \right\} , \quad (1.3)$$

де n_x – кількість років, за якими відомий попит на товар, $n_x=5$.

Далі вісім разів здійснюємо розрахунки за формулою (1.1), щоб отримати ординати точок $Y_{p.1}; Y_{p.2}; \dots; Y_{p.8}$ для побудови теоретичної кривої. Для цього у формулу підставляємо отримані значення a, b (залишаються постійними), а замість X_i по чергово підставляємо номери років випуску: 1; 2; ...; 8.

В одній системі координат будуюмо криву фактичного попиту (за вихідними даними) на 5 років та розрахункову криву на 8 років (6, 7 та 8-й роки – це прогноз на три роки вперед). Приклад побудови графіків наведена на рисунку 1.3.

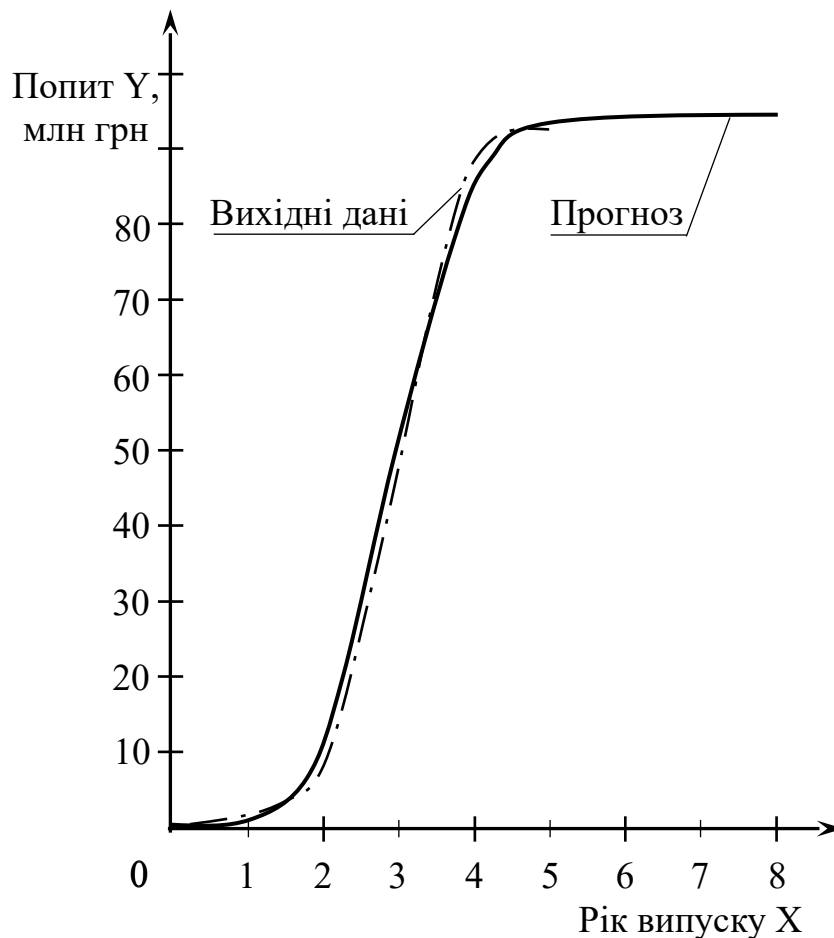


Рисунок 1.3 – Приклад графічного прогнозування попиту на продукцію за допомогою рівняння Ферхюльста

Висновок

Дати відомості щодо отриманого прогнозу попиту на найближчі три роки та рекомендації щодо доцільності подальшого випуску даної продукції.

Вихідні дані для розрахунків наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Індивідуальні вихідні дані до задачі «Прогнозування попиту на продукцію за допомогою рівняння Ферхюльста»

Варі- ант	Попит на продукцію за роками випуску, млн грн					Варі- ант	Попит на продукцію за роками випуску, млн. грн.				
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
1	0,14	0,9	4,7	8,7	9,2	16	2,24	14,4	75,2	139,2	147,2
2	0,28	1,8	9,4	17,4	18,4	17	2,38	15,3	79,9	147,9	156,4
3	0,42	2,7	14,1	26,1	27,6	18	2,52	16,2	84,6	156,6	165,6
4	0,56	3,6	18,8	34,8	36,8	19	2,66	17,1	89,3	165,3	174,8
5	0,7	4,5	23,5	43,5	46	20	2,8	18	94	174	184
6	0,84	5,4	28,2	52,2	55,2	21	2,94	18,9	98,7	182,7	193,2
7	0,98	6,3	32,9	60,9	64,4	22	3,08	19,8	103,4	191,4	202,4
8	1,12	7,2	37,6	69,6	73,6	23	3,22	20,7	108,1	200,1	211,6
9	1,26	8,1	42,3	78,3	82,8	24	3,36	21,6	112,8	208,8	220,8
10	1,4	9	47	87	92	25	3,5	22,5	117,5	217,5	230
11	1,54	9,9	51,7	95,7	101,2	26	3,94	19,9	99,7	183,7	194,2
12	1,68	10,8	56,4	104,4	110,4	27	4,08	20,8	104,4	192,4	203,4
13	1,82	11,7	61,1	113,1	119,6	28	4,22	21,7	109,1	201,1	212,6
14	1,96	12,6	65,8	121,8	128,8	29	4,36	22,6	114,8	209,8	222,8
15	2,1	13,5	70,5	130,5	138	30	4,5	23,5	118,5	218,5	232

2 ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ПРОДУКЦІЮ ЗА ДОПОМОГОЮ РІВНЯННЯ ГІПЕРБОЛИ

2.1 Теоретичні відомості

У деяких випадках використання S-подібних функцій (див. розділ 1) є недоцільним, наприклад, коли треба більш точно спрогнозувати падіння обсягів реалізації товару у зоні 4 – падіння збуту і випуску (рисунки 1.1). Для здійснення таких логістичних

прогнозів часто використовують рівняння гіперболи.

2.2 Постановка задачі

Відомі дані за останні 6 років щодо попиту (річного обсягу продаж) на певний зразок продукції.

У задачі необхідно спрогнозувати обсяг продажу товару у 8-му році випуску з використанням рівняння гіперболи, для чого треба:

- побудувати графік фактичної зміни попиту за останні 6 років (вихідні дані);
- розрахувати параметри та побудувати графік теоретичної зміни попиту на 8 років (прогноз на 2 роки вперед);
- зробити висновки.

2.3 Визначення параметрів та побудова графіка прогнозу

Рівняння гіперболи

$$Y_{p,i} = a + \frac{b}{X_i}, \quad (2.1)$$

де $Y_{p,i}$ – ордината функції (розрахунковий попит на продукцію в i -му році), млн грн;

a, b – параметри нахилу та згину кривої;

X_i – аргумент функції (рік випуску).

Проміжні розрахунки виконуємо у формі таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Проміжний розрахунок параметрів гіперболи

Рік випуску X_i	Попит в i -му році Y_i , млн грн (вихідні дані)	$\frac{1}{X_i}$	$\left(\frac{1}{X_i}\right)^2$	$\frac{Y_i}{X_i}$
1				
2				
3				

4				
5				
6				
$B = \sum_{i=1}^6 X_i$	$C = \sum_{i=1}^6 Y_i$	$D = \sum_{i=1}^6 \frac{1}{X_i}$	$E = \sum_{i=1}^6 \left(\frac{1}{X_i}\right)^2$	$F = \sum_{i=1}^6 \frac{Y_i}{X_i}$

Після розрахунків коефіцієнтів В, С, D, E, F знаходимо параметри нахилу та згину кривої:

$$a = \frac{C \cdot E - D \cdot F}{n_x \cdot E - D^2}; \quad (2.2)$$

$$b = \frac{n_x \cdot F - D \cdot C}{n_x \cdot E - D^2}, \quad (2.3)$$

де n_x – кількість років, за якими відомий попит на товар, $n_x=6$.

Далі вісім разів здійснюємо розрахунки за формулою (2.1), щоб отримати ординати точок $Y_{p.1}; Y_{p.2}; \dots; Y_{p.8}$ для побудови теоретичної кривої. Для цього у формулу підставляємо отримані значення а, б (залишаються постійними), а замість X_i по чергово підставляємо номери років випуску: 1; 2; ...; 8.

В одній системі координат будуємо криву фактичного попиту (за вихідними даними) на 6 років та розрахункову криву на 8 років (7-й та 8-й роки – це прогноз на два роки вперед). Приклад побудови графіків наведено на рисунку 2.1.

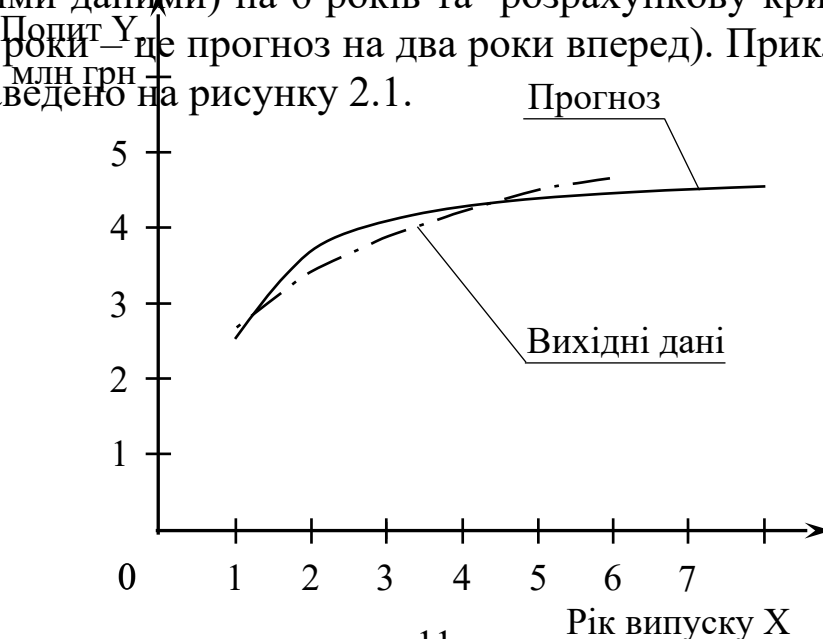


Рисунок 2.1 – Приклад графічного прогнозування попиту за допомогою рівняння гіперболи

Висновок

Дати відомості щодо отриманого прогнозу попиту на найближчі три роки та рекомендації щодо доцільності подальшого випуску даної продукції.

Вихідні дані для розрахунків наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Індивідуальні вихідні дані до задачі «Прогнозування попиту на продукцію за допомогою рівняння гіперболи»

Варі- ант	Попит на продукцію за роками випуску, млн. грн						Варі- ант	Попит на продукцію за роками випуску, млн. грн.					
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆
1	3,3	4,18	4,84	5,17	5,5	5,72	16	6,12	5,44	5,08	4,81	4,47	4,26
2	3,6	4,56	5,28	5,64	6	6,24	17	5,83	5,18	4,83	4,58	4,26	4,06
3	3,15	3,99	4,62	4,94	5,25	5,46	18	5,55	4,94	4,61	4,36	4,05	3,87
4	3,75	4,75	5,5	5,88	6,25	6,5	19	5,28	4,7	4,39	4,15	3,86	3,68
5	3,9	4,94	5,72	6,11	6,5	6,75	20	5,04	4,48	4,18	3,96	3,68	3,51
6	2,85	3,61	4,18	4,47	4,75	4,94	21	4,79	4,26	3,98	3,77	3,5	3,34
7	2,7	3,62	4,16	4,53	4,5	4,78	22	4,56	4,06	3,79	3,59	3,33	3,18
8	2,55	3,23	3,74	3,99	4,25	4,42	23	4,35	3,87	3,61	3,42	3,18	3,03

9	2,4	3,04	3,52	3,76	4	4,16	24	4,14	3,68	3,44	3,25	3,02	2,89
10	4,05	5,13	5,94	6,35	6,75	7,03	25	3,95	3,51	3,27	3,1	2,88	2,75
11	4,2	5,32	6,16	6,58	7,00	7,28	26	5,79	5,26	4,98	4,77	4,5	4,34
12	2,25	2,85	3,3	3,53	3,75	3,9	27	5,56	5,06	4,79	4,59	4,33	4,18
13	1,95	2,47	2,86	3,06	3,25	3,38	28	5,35	4,87	4,61	4,42	4,18	4,03
14	6,75	6	5,6	5,3	4,94	4,7	29	5,14	4,68	4,44	4,25	4,02	3,89
15	6,43	5,71	5,33	5,05	4,69	4,48	30	4,95	4,51	4,27	4,1	3,88	3,74

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Постановка задачі

Машинобудівне підприємство отримало замовлення на виготовлення партії виробів. Технологічний процес складається з восьми операцій.

У задачі необхідно:

- визначити тривалість операційних циклів;
- аналітично визначити тривалість технологічних циклів для послідовного, паралельного та паралельно-послідовного видів руху предметів праці;
- побудувати графіки зазначених видів руху предметів праці у виробництві;
- зробити висновки.

3.2 Визначення тривалості операційного циклу

Тривалість операційного циклу – це період часу, протягом якого виконується закінчена частина технологічного процесу на одному робочому місці. Тривалість операційного циклу на i -й операції, год.

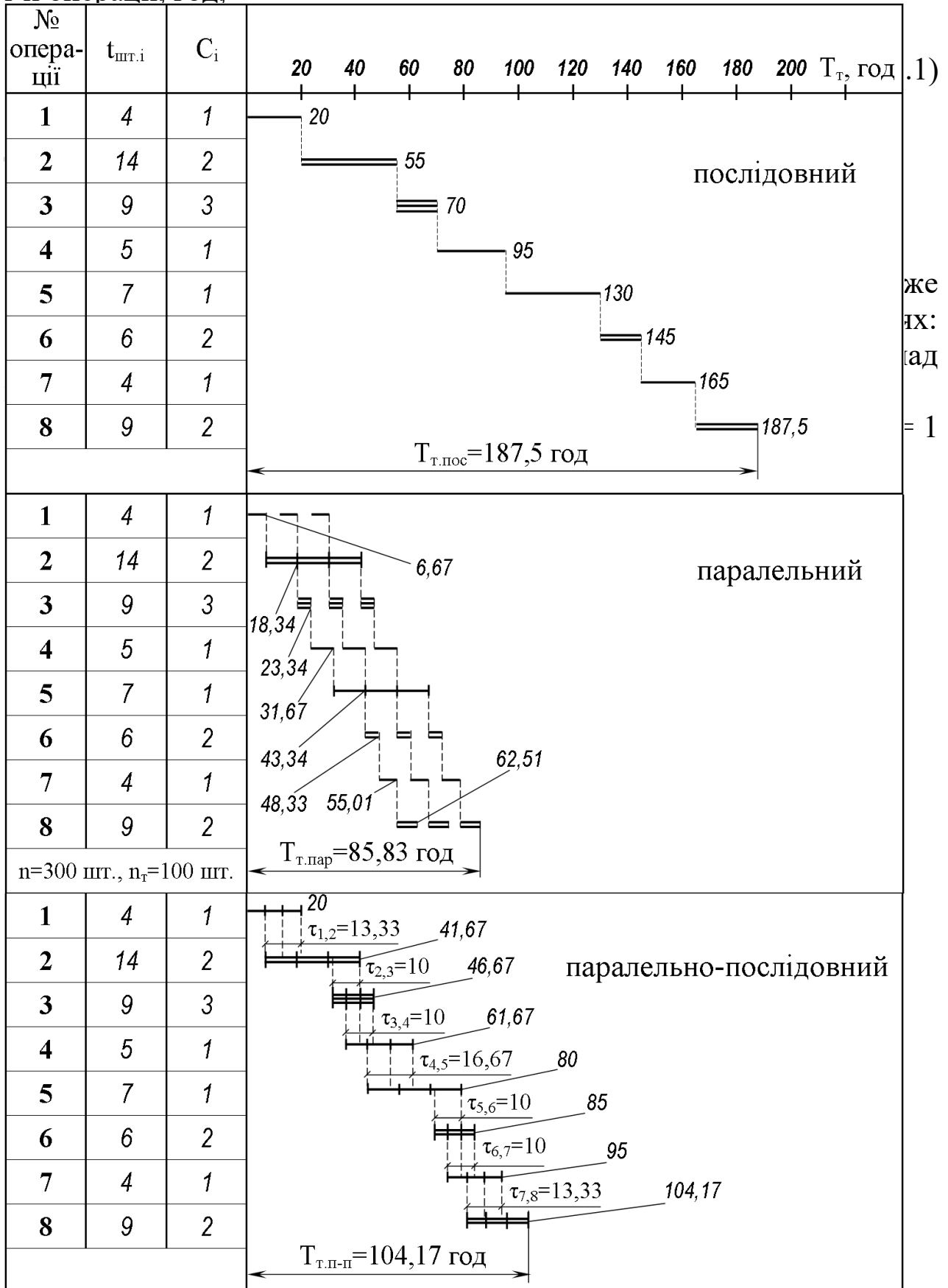


Рисунок 3.1 – Приклад побудови графіків руху предметів праці у виробництві

3.3 Послідовний вид руху предметів праці

Сутність послідовного виду руху полягає у тому, що кожна наступна операція починається тільки після закінчення обробки усієї партії n деталей на попередній операції. Тривалість технологічного циклу у цьому випадку, год,

$$T_{\text{т.пос}} = \sum_{i=1}^m T_{\text{оп.і}} , \quad (3.2)$$

де $T_{\text{оп.і}}$ – тривалість операційного циклу на i -й операції (див. формулу (3.1), год;

m – кількість операцій технологічного процесу, $m = 8$.

Для побудови графіка цього виду руху заповнюються графи (стовпці) 2 і 3 таблиці 3.1. У графу 2 заносяться тривалості операційних циклів $T_{\text{оп.і}}$, визначені за формулою (3.1). Графа 3 ($T_{\text{оп.н.і}}$) – це тривалості операційних циклів накопичувальним підсумком, тобто $T_{\text{оп.н.1}} = T_{\text{оп.1}}$; $T_{\text{оп.н.2}} = T_{\text{оп.н.1}} + T_{\text{оп.2}}$; ...; $T_{\text{оп.н.8}} = T_{\text{оп.н.7}} + T_{\text{оп.8}}$ або з підстановкою чисел для нашого прикладу: $T_{\text{оп.н.1}} = 20$ год;

$T_{\text{оп.н.2}} = 20+35=55$ год; ...; $T_{\text{оп.н.8}} = 130+15= 145$ год.

Довжина відрізка на кожній операції (рисунок 3.1) відповідає $T_{\text{оп.i}}$ (графа 2 таблиці 3.1), а координата його кінця відповідає $T_{\text{оп.н.i}}$ (графа 3) і є координатою початку наступного відрізка.

Таблиця 3.1 – Параметри графіків руху предметів праці для прикладу на рисунку 3.1

У гривнях

Операція	Послідовний		Паралельний (перша транспортна партія)		Паралельно-послідовний	
	$T_{\text{оп.i}}$	$T_{\text{оп.н.i}}$	$\frac{T_{\text{оп.i}}}{z}$	$T_{\text{опт.н.i}}$	$\tau_{i,i+1}$	$T_{\text{опп.i}} = T_{\text{опп.i-1}} - \tau_{i-1,i} + T_{\text{оп.i}}$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	20	20	6,67	6,67	13,33	$T_{\text{опп.1}} = 0 - 0 + 20 = 20$
2	35	55	11,67	18,34		10
3	15	70	5	23,34	10	$T_{\text{опп.3}} = 41,67 - 10 + 15 = 46,67$
4	25	95	8,33	31,67	16,67	$T_{\text{опп.4}} = 46,67 - 10 + 25 = 61,67$
5	35	130	11,67	43,34	10	$T_{\text{опп.5}} = 61,67 - 16,67 + 35 = 80$
6	15	145	5	48,33	10	$T_{\text{опп.6}} = 80 - 10 + 15 = 85$
7	20	165	6,67	55,01	10	$T_{\text{опп.7}} = 85 - 10 + 20 = 95$
8	22,5	187,5	7,5	62,51	13,33	$T_{\text{опп.8}} = 95 - 13,33 + 22,5 = 104,17$

3.4 Паралельний вид руху предметів праці

Цей вид руху предметів праці використовується для скорочення тривалості технологічного циклу. Сутність паралельного виду руху полягає у тому, що сукупність n виробів розділяється на транспортні партії по n_T штук у кожній. Предмети праці передаються з операції на операцію транспортними партіями, обробка яких починається у визначений час, щоб підлагодитись під операцію (або декілька операцій) з найбільшою тривалістю операційного циклу $T_{оп.i}$ (див. графу 2 таблиці 3.1).

Тривалість технологічного циклу для паралельного виду руху предметів праці, год,

$$T_{т.пар} = \frac{\left[(n - n_T) \left(\frac{t_{шт.i}}{C_i} \right)_{\max} + n_T \sum_{i=1}^m \frac{t_{шт.i}}{C_i} \right]}{60}, \quad (3.3)$$

де n_T – кількість виробів у транспортній партії, шт.;

$\left(\frac{t_{шт.i}}{C_i} \right)_{\max}$ – максимальне відношення норми часу до кількості робочих місць серед усіх восьми операцій (таких операцій може бути одна або декілька, у нашому прикладі це операції 2 і 5).

Кількість виробів у транспортній партії n_T вибирається виходячи з таких умов:

- транспортні партії повинні бути однакові за розміром;
- міжопераційним транспортом є універсальний вилковий електро-навантажувач вантажопідйомністю 1 т;
- загальна маса виробів у транспортній партії повинна бути якомога більшою для максимального використання вантажопідйомності навантажувача, але не може перевищувати 900 кг (маса тари приймається у розмірі 100 кг). Маса одного виробу $m_{вир}$ наведена у вихідних даних.

Приклад вибору n_T (рисунок 3.1): $m_{вир} = 7,6$ кг; $n = 300$ шт.

Обираємо $n_r = 100$ шт. Загальна маса виробів у транспортній партії: $7,6 \cdot 100 = 760$ кг, що не перевищує 900 кг. Підвищити коефіцієнт використання навантажувача за вантажопідйомністю, не порушуючи першу умову, немає можливості.

Кількість транспортних партій

$$z = \frac{n}{n_r} \quad (3.4)$$

Для нашого прикладу $z = 300/100 = 3$.

Для побудови графіка цього виду руху заповнюються графи 4 і 5 таблиці 3.1. У графу 4 заносяться тривалості операційних циклів $T_{оп.i}$ (графа 1), поділені на кількість транспортних партій z . У графу 5 заносяться результати з графи 4 накопичувальним підсумком $T_{опт.н.i}$, для нашого прикладу: 6,67; 6,67+11,67=18,34 год; 18,34+5=23,34 год і так далі.

Графік будується в три етапи (рисунки 3.1, 3.2).

Перший етап: за графами 4 і 5 таблиці 3.1 будується графік послідовного руху першої транспортної партії (див. підрозділ 3.3).

Другий етап: на операції (операціях) з $\left(\frac{t_{шт.i}}{C_i}\right)_{max}$ впритул добудовуються відрізки графіків руху решти транспортних партій (див. рисунок 3.2).

Третій етап: добудовується решта повторюваних елементів графіка (див. рисунок 3.2).

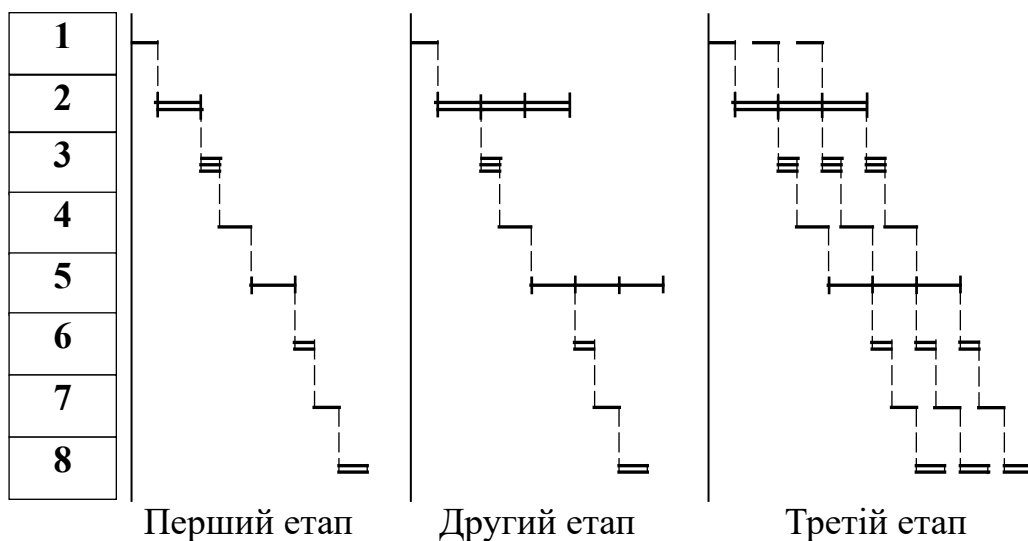


Рисунок 3.2 – Приклад поетапної побудови графіка паралельного виду руху предметів праці

3.5 Паралельно-послідовний вид руху предметів праці

В умовах цього виду руху, як і паралельного, існують транспортні партії, але дотримується безперервність роботи на кожній операції.

Порівняно з послідовним видом руху досягається скорочення технологічного циклу на величину τ за рахунок паралельного виконання робіт на двох суміжних операціях.

Час паралельного виконання робіт на двох суміжних операціях з номерами i та $i+1$, год,

$$\tau_{i,i+1} = \left[\frac{(n - n_r) \cdot \left(\frac{t_{шт.i(i+1)}}{C_{i(i+1)}} \right)_{кор}}{60} \right], \quad (3.5)$$

де $\left(\frac{t_{шт.i(i+1)}}{C_{i(i+1)}} \right)_{кор}$ – короткий цикл з двох суміжних операцій.

Для прикладу на рисунку 3.1 — перша операція: $\frac{t_{шт.1}}{C_1} = \frac{4}{1} = 4$;
друга операція: $\frac{t_{шт.2}}{C_2} = \frac{14}{2} = 7$. Обираємо короткий цикл: $\frac{t_{шт.1}}{C_1} = \frac{4}{1} = 4$.
Час паралельного виконання першої і другої операцій:

$$\tau_{1,2} = \left[\frac{(300 - 100) \cdot \left(\frac{4}{1} \right)}{60} \right] = 13,33 \text{ год.}$$

Аналогічно знаходимо $\tau_{2,3}$; ...; $\tau_{7,8}$ та заносимо їх до графі 6 таблиці 3.1.

У графу 7 заносяться координати часу закінчення обробки на i -й операції, год,

$$T_{\text{опп.}i} = T_{\text{опп.}i-1} - \tau_{i-1,i} + T_{\text{оп.}i}, \quad (3.6)$$

де $T_{\text{опп.}i-1}$ – координати часу закінчення обробки на попередній операції (ця ж графа, для першої операції приймається $T_{\text{опп.}i-1} = 0$), год;

$\tau_{i-1,i}$ – час паралельного виконання робіт на попередній та i -й суміжних операціях (графа 6, для першої операції приймається $\tau_{i-1,i} = 0$), год;

$T_{\text{оп.}i}$ – тривалість операційного циклу на i -й операції (графа 2), год.

У графі 7 таблиці 3.1 наведені приклади розрахунків $T_{\text{опп.}i}$.

Тривалість технологічного циклу для паралельно-послідовного виду руху, год,

$$T_{\text{т.п-п}} = T_{\text{т.пос}} - \sum_{i=1}^{m-1} \tau_{i,i+1}. \quad (3.7)$$

Порядок побудови графіка для цього виду руху (див. рисунок 3.1):

1) будуємо відрізок на першій операції аналогічно послідовному виду руху (див. підрозділ 3.3) і ділимо його зарубками на z рівних частин;

2) від координати кінця відрізка вліво відкладаємо відстань, яка відповідає $\tau_{1,2}$ (графа 6 таблиці 3.1), і будуємо точку, яка є початком відрізка на другій операції;

3) від отриманої точки вправо будуємо відрізок довжиною $T_{\text{оп.}2}$ (графа 2 таблиці 3.1). Координатою кінця відрізка є $T_{\text{опп.}2}$ (графа 7). Відрізок ділимо зарубками на z рівних частин;

4) будуємо відрізки на решті операцій, повторюючи пункти 2 і 3.

Висновок

Дати порівняльний аналіз видів руху предметів праці – визначити переваги і недоліки, умови раціонального застосування кожного з них.

Вихідні дані для розрахунків наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Індивідуальні вихідні дані до задачі «Організація виробничого процесу»

Вариант	i	t _{шт.i} , хв	C _i	n, шт.	m _{вир} , кг	Вариант	i	t _{шт.i} , хв	C _i	n, шт.	m _{вир} , кг
1	1	1	1	2000	2	16	1	15	3	1000	3,6
	2	1	1				2	3	1		
	3	2	2				3	7	2		
	4	6	3				4	12	3		
	5	2	2				5	6	2		
	6	1	1				6	6	2		
	7	3	3				7	6	2		
	8	2	2				8	2	1		
2	1	2	1	1000	3,5	17	1	3	2	1100	3,2
	2	3	1				2	3	2		
	3	4	2				3	3	2		
	4	4	2				4	9	3		
	5	4	2				5	6	2		
	6	9	3				6	1	1		
	7	2	1				7	2	1		
	8	3	1				8	3	2		
3	1	3	1	800	4	18	1	4	2	600	4,5
	2	4	2				2	9	3		
	3	5	2				3	9	3		
	4	5	2				4	1	1		
	5	6	3				5	1	1		
	6	1	1				6	1	1		
	7	2	1				7	2	1		
	8	3	1				8	2	1		
4	1	1	1	700	6	19	1	6	2	820	4,3
	2	2	1				2	5	2		
	3	3	1				3	12	3		

	4	4	2				4	12	3		
	5	5	2				5	9	3		
	6	6	3				6	7	2		
	7	6	3				7	1	1		
	8	6	3				8	2	1		
5	1	1	1	650	6,5	20	1	2	1	790	5,7
	2	1	1				2	4	2		
	3	1	1				3	9	3		
	4	6	2				4	9	3		
	5	6	2				5	2	1		
	6	7	2				6	2	1		
	7	4	1				7	1	1		
	8	3	1				8	4	2		

Продовження таблиці 3.2

Варі-ант	i	t _{шт.i} , ХВ	C _i	n, шт.	m _{вир} , кг	Варі-ант	I	t _{шт.i} , ХВ	C _i	n, шт.	m _{вир} , кг
6	1	5	1	900	4	21	1	2	1	2200	2
	2	6	1				2	4	1		
	3	8	2				3	6	2		
	4	12	2				4	8	2		
	5	14	2				5	12	3		
	6	12	3				6	10	2		
	7	7	1				7	10	2		
	8	2	1				8	1	1		
7	1	2	1	1100	4	22	1	6	2	900	3
	2	3	1				2	5	2		
	3	4	1				3	4	1		
	4	5	2				4	3	1		
	5	7	2				5	3	1		
	6	12	3				6	3	1		
	7	1	1				7	4	1		
	8	1	1				8	5	2		
8	1	1	1	1900	2,3	23	1	8	2	2100	1,2
	2	2	1				2	1	1		
	3	3	2				3	6	2		
	4	3	2				4	4	2		
	5	3	2				5	4	2		
	6	4	2				6	4	2		
	7	5	2				7	12	3		
	8	6	3				8	2	1		
9	1	1	1	1700	2,5	24	1	6	2	1800	2
	2	1	1				2	5	2		
	3	1	1				3	4	1		

	4	9	3				4	3	1		
	5	2	1				5	3	1		
	6	7	2				6	3	1		
	7	7	2				7	4	1		
	8	4	2				8	5	2		
10	1	6	3	2500	1,7	25	1	2	1	1600	2,7
	2	5	2				2	4	2		
	3	4	2				3	9	3		
	4	3	1				4	9	3		
	5	3	1				5	2	1		
	6	3	1				6	2	1		
	7	2	1				7	1	1		
	8	4	2				8	4	2		

Продовження таблиці 3.2

Вариант	i	t _{шт.і,} хв	C _i	n, шт.	m _{вир,} кг	Вариант	i	t _{шт.і,} хв	C _i	n, шт.	m _{вир,} кг
11	1	5	1	3000	1,5	26	1	2	1	1200	2,2
	2	10	2				2	4	1		
	3	15	3				3	6	2		
	4	15	3				4	8	2		
	5	15	3				5	12	3		
	6	8	2				6	7	2		
	7	12	3				7	7	2		
	8	6	2				8	1	1		
12	1	3	1	3200	1,3	27	1	8	2	1900	2,3
	2	4	2				2	5	2		
	3	6	3				3	4	1		
	4	8	4				4	3	1		
	5	6	3				5	3	1		
	6	6	3				6	3	1		
	7	3	2				7	4	1		
	8	1	1				8	5	2		
13	1	4	2	900	4,8	28	1	8	2	2500	1,8
	2	7	2				2	1	1		
	3	6	3				3	6	2		
	4	8	4				4	4	2		
	5	8	4				5	4	2		
	6	10	4				6	4	2		
	7	1	1				7	12	3		
	8	1	1				8	2	1		
14	1	3	1	1300	2,7	29	1	6	2	800	4,5

	2	5	2				2	5	2		
	3	7	2				3	4	1		
	4	9	3				4	3	1		
	5	1	1				5	3	1		
	6	2	1				6	3	1		
	7	3	1				7	4	1		
	8	4	2				8	5	2		
15	1	9	3	850	5	30	1	2	1	600	4,4
	2	9	3				2	4	2		
	3	9	3				3	9	3		
	4	1	1				4	9	3		
	5	2	1				5	2	1		
	6	5	2				6	2	1		
	7	1	1				7	1	1		
	8	1	1				8	4	2		

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ЗМІШАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

4.1 Постановка задачі

Необхідно перевезти партію вантажу у пункт А, який розташований на залізничній колії, із пункту С, який віддалений від залізничної колії. Відомі відстані АВ і ВС (рисунок 4.1), а також вартості перевезення партії вантажу (у розрахунку на 1 км) автотранспортом і залізницею.

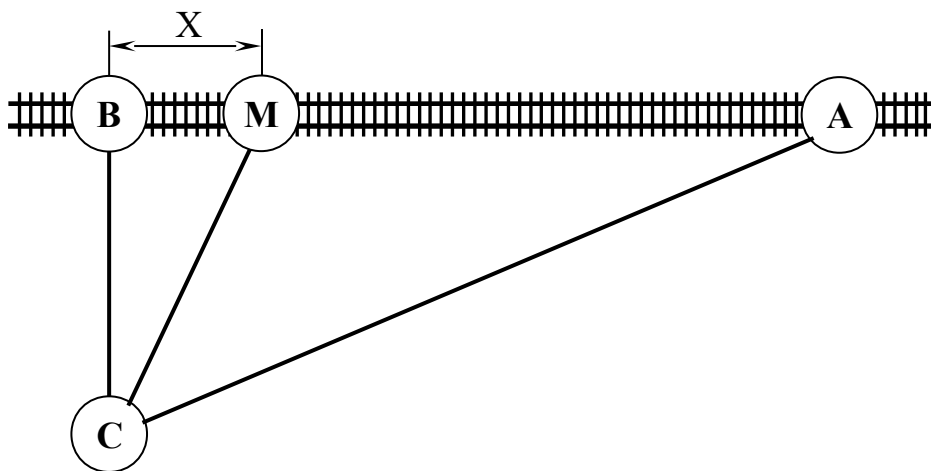


Рисунок 4.1 – Схема маршрутів перевезення
км

У задачі необхідно з'ясувати, який з маршрутів доставки із пункту С у пункт А потребує мінімальних транспортних витрат (див. рисунок 4.1):

- 1) СА – напряму автотранспортом;
- 2) СВА – автотранспортом до точки В (найкоротшим шляхом до залізниці), а потім залізницею до пункту призначення А;
- 3) СМА – автотранспортом до точки М (не найкоротшим шляхом до залізниці), а потім залізницею до пункту призначення А.

4.2 Теоретичні відомості

Перший маршрут перевезень (СА) має такі переваги:

- вантажовідправник укладає угоду на перевезення лише із одним партнером-вантажоперевізником або навіть обходиться власним автотранспортом;
- економляться кошти на вантажно-розвантажувальні операції через те, що фактично партія вантажу переробляється лише двічі – під час завантаження і розвантаження автотранспорту;
- економиться час на доставку партії вантажу за рахунок відсутності перевантажувальних робіт у проміжних пунктах, а також за рахунок того, що фактична швидкість транспортування вантажів автотранспортом значно вища, ніж залізницею.

На жаль, перший спосіб перевезення має суттєвий недолік – вартість перевезення вантажів (особливо значних партій на великі відстані) автотранспортом значно вища, ніж залізницею.

Змішане перевезення (маршрут СВА) потребує менших витрат, але йому властиві ті недоліки, які для першого способу є перевагами.

Якщо вантажовідправник або вантажоодержувач не висуває надто жорсткі вимоги до тривалості перевезення, може виявитись,

що змішані перевезення виявляться раціональними з точки зору транспортних витрат.

4.3 Визначення вартостей та оптимального маршруту перевезень

4.3.1 Маршрут СА

Витрати на перевезення партії вантажу напряму автотранспортом, грн,

$$Z_{CA} = C_{\text{авт}} \cdot CA, \quad (4.1)$$

де $C_{\text{авт}}$ – питома вартість перевезення партії вантажу автотранспортом (вихідні дані), грн/км;

CA – відстань транспортування вантажу від пункту С до пункту А, км.

Відстань CA знаходимо за теоремою Піфагора, адже у вихідних даних задані сторони трикутника CBA – відстані AB і BC .

4.3.2 Маршрут СВА

Витрати на змішане перевезення партії вантажу через пункт В, грн,

$$Z_{CBA} = C_{\text{авт}} \cdot BC + C_{\text{зал}} \cdot AB, \quad (4.2)$$

де $C_{\text{авт}}$, $C_{\text{зал}}$ – відповідно питомі вартості перевезення партії вантажу автотранспортом і залізницею (вихідні дані), грн/км;

BC , AB – відстані між пунктами (див. рисунок 4.1, вихідні дані), км.

4.3.3 Маршрут СМА

Будемо вважати, що партія вантажу перевозиться автотранспортом у деяку точку М на залізничній колії, яка розміщена на відстані Х від пункту В, а далі – залізницею у пункт призначення А (див. рисунок 4.1). Відстань Х вибирається з умови мінімізації функції (рівняння для визначення транспортних витрат на змішані перевезення):

$$Z_{CMA} = Z_{CM} + Z_{AM} \rightarrow 0, \quad (4.3)$$

де Z_{CMA} – загальні витрати на змішані перевезення, грн;

Z_{CM}, Z_{AM} – відповідно витрати на перевезення автотранспортом і залізницею, грн.

Шлях перевезення автотранспортом за теоремою Піфагора, км,

$$C_{CM} = \sqrt{BC^2 + X^2}. \quad (4.4)$$

Шлях перевезення залізницею, км

$$AM = AB - X. \quad (4.5)$$

Після підстановки питомих вартостей і відстаней у формулу (4.3) будемо мати

$$Z_{CMA} = C_{авт} \cdot \sqrt{BC^2 + X^2} + C_{зал} \cdot (AB - X) \rightarrow 0. \quad (4.6)$$

У формулі (4.6) невідомими є дві величини Х і Z. Причому Z залежить від Х, тобто є функцією аргументу Х.

У математиці відомо, що функція має екстремум (мінімум або максимум) тоді, коли її похідна буде дорівнювати нулю. Отже, для знаходження невідомої Х треба:

- 1) узяти похідну із виразу (4.6);
- 2) прирівняти отриманий вираз похідної до нуля ($Z'_{CMA} = 0$) і виразити невідому Х через відомі величини;
- 3) підставити в отриману формулу значення відомих величин і знайти невідому Х.

Тепер, коли відомі числові значення усіх величин, що входять

до формули (4.6), визначаємо загальні витрати на змішане перевезення Z_{CMA} .

Висновки

Зазначити, який маршрут є оптимальним з точки зору транспортних витрат.

Слід також зазначити, що точки В і М є теоретичними, а на практиці це найближчі залізничні станції, де є можливість здійснити перевантаження. Вартість перевантажувальних робіт нами не враховується.

Вихідні дані для розрахунків наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Індивідуальні вихідні дані до задачі «Оптимізація змішаних перевезень»

Варіант	Відстані, км		Питомі вартості, транспортування, грн/км		Варіант	Відстані, км		Питомі вартості, транспортування, грн/км	
	АВ	ВС	$C_{авт}$	$C_{зал}$		АВ	ВС	$C_{авт}$	$C_{зал}$
1	250	30	250	100	16	540	60	350	150
2	260	32			17	560	62		
3	270	34			18	580	64		
4	280	36			19	600	66		
5	290	38			20	290	68		
6	300	40			21	300	70	550	200
7	310	42			22	310	30		
8	320	44			23	320	32		
9	330	46			24	330	34		
10	340	48			25	340	36		
11	350	50	350	150	26	350	38		
12	360	52			27	360	40		
13	380	54			28	380	42		
14	400	56			29	400	44		
15	520	58			30	520	46		

5 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОБІГУ ДЛЯ ЗАМІНИ РУХОМОГО СКЛАДУ

5.1 Постановка задачі

Підприємство має парк автомобілів для власних потреб. Розглядається один з автомобілів, для якого відомі пробіг, річні витрати на ремонт та ринкова вартість на момент придбання.

В задачі необхідно розрахувати пробіг, за якого доцільним замінити існуючий автомобіль на новий з точки зору витрат на його утримання.

5.2 Теоретичні відомості

Існує декілька методів визначення оптимального часу заміни рухомого складу. Один із них базується на урахуванні річних витрат на ремонт автомобіля з одного боку і його залишкової вартості на кінець того ж року.

Для розв'язання задачі цим методом необхідно:

- 1) побудувати графік залежності $f_1(L)$ витрат на ремонт рухомого складу від обсягу виконаної роботи. За одиницю вимірювання виконаної роботи приймаємо пробіг автомобіля L ;
- 2) побудувати графік залежності $f_2(L)$ ринкової вартості автомобіля (спожитого капіталу) від обсягу виконаної роботи;
- 3) побудувати графік залежності $F(L)$ сумарних витрат від обсягу виконаної роботи;
- 4) на графіку $F(L)$ знайти точку, якій відповідає мінімальне значення цієї функції. Абсциса цієї точки і буде пробігом, за якого економічно доцільним буде замінити автомобіль на новий.

5.3 Визначення параметрів і побудова графіків залежності витрат від пробігу

Питомі витрати на ремонт автомобіля у кінці розрахункового року n (функція $f_1(L)$), грн/км,

$$Z_n = \frac{\sum_{i=1}^n S_{p,i}}{\sum_{i=1}^n L_i}, \quad (5.1)$$

де n – номер розрахункового року від початку експлуатації;

$S_{p,i}$ – витрати на ремонт автомобіля за i -й рік, тис. грн;

L_i – пробіг автомобіля за i -й рік, тис. км;

$\sum_{i=1}^n S_{p,i}$ – витрати на ремонт автомобіля на кінець розрахункового року n накопичувальним підсумком, тис. грн;

$\sum_{i=1}^n L_i$ – пробіг автомобіля на кінець розрахункового року накопичувальним підсумком, тис. км.

Питоме значення спожитого капіталу у кінці розрахункового року n (функція $f_2(L)$), грн/км,

$$K_n = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n L_i}, \quad (5.2)$$

де C_i – ринкова вартість автомобіля на кінець розрахункового року, тис. грн.

Сумарні питомі витрати у кінці розрахункового року n (функція $F(x)$), грн/км,

$$P_n = Z_n + K_n. \quad (5.3)$$

Розрахунки параметрів графіків за формулами (5.1) – (5.3) виконуємо у формі таблиці 5.1.

Після заповнення таблиці 5.1 будуємо графіки $f_1(L)$, $f_2(L)$ та $F(L)$ у одній системі координат і визначаємо оптимальний пробіг для заміни рухомого складу L_{opt} , як це показано у прикладі на

рисунку 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунки параметрів графіків щодо визначення оптимального пробігу для заміни рухомого складу

Рік n	Пробіг		Витрати на ремонт			Спожитий капітал		Сумарні витрати
	L_i , тис. км	$\sum_{i=1}^n L_i$, тис. км	$S_{p,i}$, тис. грн	$\sum_{i=1}^n S_{p,i}$, тис. грн	Z_n ($f_1(L)$), грн/км	C_i , тис. грн	K_n ($f_2(L)$), грн/км	P_n , ($F(L)$), грн/км
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								
6								

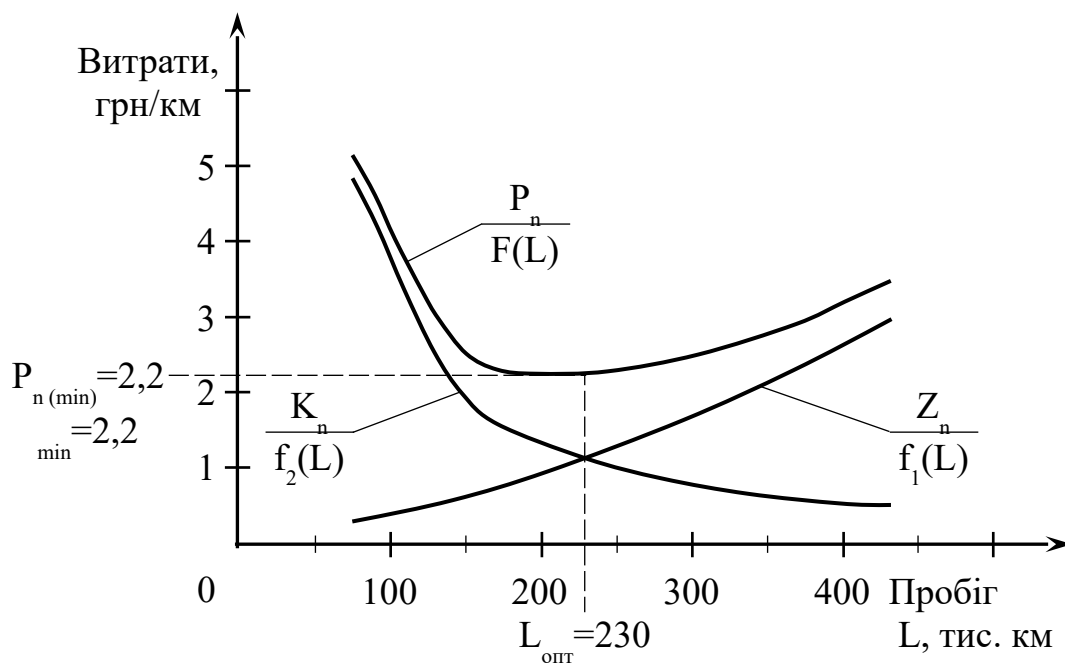


Рисунок 5.1 – Приклад графічного визначення оптимального пробігу для заміни рухомого складу

Висновок

Зазначити розмір оптимального пробігу для заміни рухомого складу з точністю до 10 тис. км.

Індивідуальні вихідні дані наведені у таблиці 5.2, а загальні для усіх варіантів – у таблицях 5.3 – 5.5.

Таблиця 5.2 – Індивідуальні вихідні дані до задачі «Визначення оптимального пробігу для заміни рухомого складу»

Варіант	Пробіг за 1-й рік, тис. км	Витрати на ремонт за 1-й рік, тис. грн	Ринкова вартість нового автомобіля, тис. грн	Варіант	Пробіг за 1-й рік, тис. км	Витрати на ремонт за 1-й рік, тис. грн	Ринкова вартість нового автомобіля, тис. грн
1	45	7	200	16	45	11,5	210
2	48	6,8	170	17	48	14	230
3	50	4	130	18	50	10,5	250
4	52	5	150	19	52	18	280
5	54	15	700	20	54	17	300
6	56	5,2	220	21	56	12	340
7	58	9	240	22	58	9,5	350
8	60	6,5	140	23	60	11	380
9	62	10	200	24	62	10,5	400
10	64	8,5	160	25	64	10	450
11	65	12	180	26	65	12,5	480
12	68	16	190	27	68	19,5	510
13	70	25	500	28	70	17	550
14	72	16,5	650	29	72	15	600
15	75	24	540	30	75	32	640

Таблиця 5.3 – Коефіцієнт зменшення пробігу рухомого складу у порівнянні з першим роком експлуатації

Рік експлуатації i	Коефіцієнт K _L
2	1

3	1
4	1
5	1,05
6	1,20

Примітка – Щоб отримати значення пробігу автомобіля за i -й рік L_i , треба значення пробігу за 1-й рік (див. таблицю 5.2) поділити на коефіцієнт K_L .

Таблиця 5.4 – Коефіцієнт збільшення витрат на ремонт рухомого складу порівняно з першим роком експлуатації

Рік експлуатації i	Коефіцієнт K_Z
2	2,7
3	6,3
4	10,0
5	14,5
6	19,1

Примітка – Щоб отримати значення витрат на ремонт автомобіля за i -й рік $S_{p,i}$, треба значення витрат на ремонт за 1-й рік (див. таблицю 5.2) помножити на коефіцієнт K_Z .

Таблиця 5.5 – Коефіцієнт зменшення ринкової вартості рухомого складу порівняно з його вартістю, коли він придбався як новий

Рік експлуатації i	K_C , разів
1	1,50
2	1,80
3	2,00
4	2,20
5	2,35
6	2,45

Примітка – Щоб отримати значення ринкової вартості автомобіля на кінець i -го року, треба значення ринкової вартості нового автомобіля (див. таблицю 5.2) поділити на коефіцієнт K_C .

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Романович, Є.В. Виробнича логістика [Текст]: навч. посібник / Є.В. Романович, Л.М. Козар, В.М. Запара; Укр. держ. акад. залізнич.

трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 302 с.

2 Логистика [Текст]: учеб. для вузов / Б.А. Аникин, В.В. Дыбская, А.А. Колобов [и др.]; под ред. Б.А. Аникина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-М, 2002. – 368 с.

3 Гаджинский, А.М. Практикум по логистике [Текст] / А.М. Гаджинский. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2009. – 312 с.

4 Практикум по логистике [Текст]: учеб. пособие / Б.А. Аникин, В.В. Дыбская, Б.К. Плоткин [и др.]; под ред. Б.А. Аникина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-М, 2006. – 276 с.

