

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий механічний інститут

Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-223М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни

«ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ»

(частина II)

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою 275.03

«Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»

галузі знань 27 «Транспорт»

всіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННМІ
Протокол № 9 від 24.04.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Взаємодія видів транспорту (Частина II)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» всіх форм навчання. [Електронне видання] / Швець М. Д. – Рівне : НУВГП, 2024. – 51 с.

Укладач: Швець М. Д., к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Відповідальний за випуск:

Никончук В. М., д.е.н., професорка, в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Керівник групи забезпечення

спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Хітров І. О.

© М. Д. Швець, 2024

© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
4. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ.....	9
4.1. Практична робота №6. Обробка вагонів і автомобілів в пунктах взаємодії	9
4.2. Практична робота №7. Розрахунок об'єму перевалки вантажів по прямому варіанту із залізничного транспорту на автомобільний	13
4.3. Практична робота №8. Технологічні графіки виконання операцій.....	18
4.4. Практична робота №9. Розробка контактних графіків роботи автомобільного транспорту з іншими в транспортних вузлах	22
4.5. Практична робота №10. Раціональний розподіл ресурсів між взаємодіючими видами транспорту	34
4.6. Практична робота №11. Оптимальний розподіл перевезень в транспортних вузлах.....	39
4.7. Практична робота №12. Оптимізація черговості обробки транспортних засобів в пунктах взаємодії.....	45
5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	51

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Взаємодія видів транспорту – діяльність спрямована на реалізацію спільної мети, яка передбачає найбільш повне використання всіх ресурсів і можливостей транспортної системи.

Метою навчальної дисципліни “Взаємодія видів транспорту” є аналіз, наукове узагальнення та особливості розвитку форм і методів організації роботи різних видів транспорту.

Основним завданням є вивчення сучасних методів проектування і технологічних процесів взаємодії різних транспортних систем; комплексне використання технологічних процесів, системне і узгоджене керування загальнотранспортним процесом; вирішення питань взаємодії в транспортних вузлах, а також взаємодія транспортних систем з галузями народного господарства.

Предметом курсу є загальні знання про роботу різних видів транспорту та методичні підходи до вирішення конкретних питань взаємодії.

Знати: основні поняття взаємодії різних видів транспорту; характеристику форм взаємодії; узгодження технологічного процесу виконання робіт різними видами транспорту;

Вміти: розрахувати пропускну здатність елементів будь-якої транспортної мережі; організувати черговість виконання робіт різними видами транспорту в транспортному вузлі; визначати черговість обробки транспортних засобів в транспортних вузлах.

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 27 “Транспорт”	Фахова	
Модулів – 1	Спеціальність: 275 “Транспортні технології (на автомобільному транспорті)”	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		4-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <i>не передбачене</i>		Семестр	
Загальна кількість годин – 150		8-й	10-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	30 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		30 год.	12 год.
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		90 год.	136 год.
		Індивідуальні завдання: -	
		Форма контролю:	
екзамен	екзамен		

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекції – 30 год. Практичні – 30 год. Самостійна робота – 90 год	
Розподіл кількості годин, РН	Опис навчальної дисципліни (освітнього компоненту)
Тема 1. Вступ. Мета і задачі курсу.	
лекцій – 2 год СК-1 – РН-15	Вступ. Предмет взаємодія видів транспорту. Ціль і основні задачі вивчення дисципліни. Основні поняття та терміни.
Тема 2. Пропускна здатність елементів транспортної мережі	
лекцій – 2 год. практичні – 4 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16.	Форми сфер взаємодії видів транспорту. Взаємодія видів транспорту в межах транспортної системи. Аналіз різних видів транспорту в межах транспортної системи.
Тема 3. Транспортні ринки.	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Аналіз розвитку транспортних ринків. Особливості роботи транспортних ринків. Раціональні схеми доставки вантажів в ринкових умовах.
Тема 4. Порівняльний аналіз різних видів транспорту	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Особливості взаємодії видів транспорту в межах транспортної системи. Аналіз різних видів транспорту в межах транспортної системи. Основні показники роботи різних видів транспорту. Основні підсумки аналізу роботи різних видів транспорту.
Тема 5. Форми взаємодії видів транспорту	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Технічна, технологічна, інформаційна, економічна, правова взаємодія різних видів транспорту. Поняття та суть.
Тема 6. Змішані системи перевезень вантажів та їх взаємодія	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Особливості змішаних систем перевезень вантажів. Характеристики транспортно-технологічних систем.

Тема 7. Взаємодія видів транспорту при використанні різних засобів пакування.	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Взаємодія видів транспорту при застосуванні контейнерів. Взаємодія видів транспорту при пакетних перевезеннях. Вантажні та пасажирські термінали.
Тема 8. Організація централізованого заводу вивозу вантажів.	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Особливості централізованих перевезень. Узгодження графіків підводу рухомого складу до пунктів перевалки. Організація перевантажень вантажів по прямому варіанту.
Тема 9. Єдиний технологічний процес та його характеристика	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Основні вимоги до єдиного технологічного процесу (ЄТП), його класифікація. Характеристика процесів взаємодії в транспортних вузлах при ЄТП.
Тема 10. Методи організації спільної роботи транспорту в транспортному вузлі	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Транспортний вузол та особливості його роботи. Структура транспортного вузла. Напрямки взаємодії в транспортних вузлах.
Тема 11. Методи і задачі оптимізації роботи різних видів транспорту	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Характеристика основних методів варіантів перевезень. Особливості оптимізації обробки рухомого складу.
Тема 12. Моделі управління роботою транспортних вузлів	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Оперативне управління транспортним процесом. Оптимізаційні задачі та методи їх вирішення.
Тема 13. Координація роботи різних видів транспорту	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Основні області координації різних видів транспорту. Координація видів транспорту в пасажирських перевезеннях.

Тема 14. Взаємодія різних видів транспорту при пасажирських перевезеннях	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Форми взаємодії пасажирських видів транспорту. Особливості взаємодії пасажирських видів транспорту в містах.
Тема 15. Контроль за технологічним процесом взаємодії видів транспорту	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Контроль за технологічним процесом вантажних видів транспорту. Контроль за технологічним процесом пасажирських видів транспорту.

4. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Практична робота №6. Обробка вагонів і автомобілів в пунктах взаємодії

Мета роботи: отримати теоретичні навички використання сучасних методів розрахунку роботи вантажного пункту при нерівномірному прибутті транспортних засобів різних видів транспорту на пости навантаження-розвантаження.

Зміст роботи: навчитися розраховувати та планувати роботу вантажного пункту при нерівномірному прибутті транспортних засобів різних видів транспорту на пости навантаження-розвантаження.

Теоретичне обґрунтування

Якщо інтервали в потоці і тривалість вантажної операції розподілені по нормальному закону, а пункт взаємодії проводить обробку автомобілів і вагонів по принципу «першим прийшов – першим обслуговується», то оптимальний рівень завантаження одноканальної системи складе

$$\rho_{\text{опт}}^H = 1 - \sqrt{\frac{0,11\beta_d C_0}{0,11C_0\beta_d + C_k}} \quad (6.1)$$

де β_d – коефіцієнт, що враховує вплив добових коливань і помилку прогнозу перспективних розмірів роботи пункту взаємодії. Для орієнтовних розрахунків $\beta_d = 1,12-1,18$; C_k – середньозважена вартість простою однієї транспортної одиниці, грн.

Середньозважена вартість 1 години простою транспортної одиниці

$$C_0 = \sum_{i=1}^m C_i \alpha_i, \text{ грн}, \quad (6.2)$$

де C_i – вартість 1 години простою транспортної одиниці i -тої категорії, грн; α_i – доля транспортних одиниць i -тої категорії в потоці.

ЗАДАЧІ

Задача №1

На одноканальний пункт взаємодії надходить змішаний потік вагонів і автомобілів. Інтервали в потоці і тривалість виконання вантажних операцій описуються нормальним законом розподілу. Доля вагонів і в потоці складає $\alpha_v = 0,1$; автомобілів $\alpha_a = 0,9$. Вартість 1 години простою автомобілів (див. вихідні дані, табл. 6.1, графа 2), C_a ,

грн, вагону – $C_B = 0,3$ грн, навантажувально-розвантажувального каналу – $C_K = 7,29 + 0,1n$ грн. Визначити оптимальний рівень завантаження каналу взаємодії.

Таблиця 6.1

Вихідні дані до задач 1, 2

№ варіанту	Вартість 1 години простою автомобілів, $C_a, \text{ грн}$	Вартість 1 години простою автомобілів, $C_a, \text{ грн}$	Кількість транспортних одиниць, що надходять на пункт взаємодії, шт./добу
1	2	3	4
1	0,1+0,1n	0,1+0,1n	99+n
2	0,2+0,1n	0,2+0,1n	100+n
3	0,3+0,1n	0,3+0,1n	101+n
4	0,4+0,1n	0,4+0,1n	102+n
5	0,5+0,1n	0,5+0,1n	103+n
6	0,6+0,1n	0,6+0,1n	104+n
7	0,7+0,1n	0,7+0,1n	105+n
8	0,8+0,1n	0,8+0,1n	106+n
9	0,9+0,1n	0,9+0,1n	107+n
10	1,0+0,1n	1,0+0,1n	108+n
11	1,1+0,1n	1,1+0,1n	109+n
12	1,2+0,1n	1,2+0,1n	110+n
13	1,3+0,1n	1,3+0,1n	111+n
14	1,4+0,1n	1,4+0,1n	112+n
15	1,5+0,1n	1,5+0,1n	113+n
16	1,6+0,1n	1,6+0,1n	114+n
17	1,7+0,1n	1,7+0,1n	115+n
18	1,8+0,1n	1,8+0,1n	116+n
19	1,9+0,1n	1,9+0,1n	117+n
20	2,0+0,1n	2,0+0,1n	118+n
21	2,1+0,1n	2,1+0,1n	119+n
22	2,2+0,1n	2,2+0,1n	120+n
23	2,3+0,1n	2,3+0,1n	121+n
24	2,4+0,1n	2,4+0,1n	122+n
25	2,5+0,1n	2,5+0,1n	123+n

Приклад розрахунку 1

Для даного прикладу

$$C_0 = 2 \cdot 0,9 + 0,3 \cdot 0,1 = 1,83 \text{ грн/год};$$

$$\rho_{\text{опт}}^H = 1 - \sqrt{\frac{0,11 \cdot 1,15 \cdot 1,83}{0,11 \cdot 1,15 \cdot 1,83 + 7,29}} = 0,82.$$

Якщо середній термін обслуговування транспортної одиниці складає $t_{об}$, то оптимальна кількість НРМ на одноканальному пункті взаємодії (машини взаємозамінні)

$$Z = \frac{nt_{об}}{24\rho_{\text{опт}}k_{вч}}, \text{ шт},$$

де n – кількість транспортних одиниць, що поступають на пункт взаємодії за добу; $k_{вч}$ – коефіцієнт використання машин по часу з урахуванням технологічних перерв.

Кількість НРМ при $n = 98$, $t_{об} = 0,3$ год., $k_{вч} = 0,90$

$$Z = \frac{98 \cdot 0,3}{24 \cdot 0,82 \cdot 0,9} \approx 2 \text{ машини.}$$

Задача №2

Визначити оптимальний рівень завантаження пункту взаємодії залізничного і автомобільного транспорту, якщо потік транспортних одиниць описується розподілом Пуассона, а тривалість вантажної операції розподілена по показниковому закону. Доля вагонів і в потоці складає $\alpha_v = 0,1$; автомобілів $\alpha_a = 0,9$. Вартість 1 години простою автомобілів (див. вихідні дані, табл. 6.2, графа 2) C_a , грн; вагону – $C_v = 0,3$ грн; навантажувально-розвантажувального каналу – $C_k = 7,29 + 0,1n$ грн. Кількість транспортних одиниць, що поступають на пункт взаємодії за добу (див. вихідні дані, табл. 6.2, графа 3). Інші вихідні дані: $t_{об} = 0,3$ год.; $k_{вч} = 0,90$.

Приклад розрахунку 2

У випадку надходження на обслуговування пуассонівського потоку і показового розподілу тривалості вантажної операції, оптимальний рівень завантаження пункту взаємодії визначається за формулою 6.1:

$$\rho_{опт}^n = 1 - \sqrt{\frac{1,15 \cdot 1,83}{1,15 \cdot 1,83 + 7,29}} = 0,53.$$

Таким чином, підвищення невизначеності транспортних потоків і тривалості вантажної операції приводить до зниження оптимального рівня завантаження пункту взаємодії і потребує додаткових резервів пропускнуої здатності.

Необхідна кількість НРМ

$$Z = \frac{98 \cdot 0,3}{24 \cdot 0,53 \cdot 0,9} \approx 3 \text{ машини.}$$

В окремих випадках ступінь стохастичності транспортних потоків, що надходять на обслуговування, невідома. Для таких умов

$$\rho_{опт} = \varphi \rho_{опт}^n + \rho_{опт}^n (1 - \varphi),$$

де φ – коефіцієнт, що відображає вплив стохастичного потоку на рівень завантаження пункту взаємодії; $\varphi = 0,35-0,45$.

Використовуючи попередні дані, знайдемо

$$\rho_{\text{опт}} = 0,4 \cdot 0,82 + 0,6 \cdot 0,53 = 0,65.$$

Контрольні тестові запитання.

1. Контейнери, які призначені для перевезення сипучих, наливних вантажів і вантажів, що потребують рефрижерації (швидкопсувних) називають:

- 1) універсальні
- 2) спеціальні
- 3) прості
- 4) складні
- 5) загальні

2. В Європі зазвичай використовують стандартний піддон EUR, який має розміри

- 1) 800x1200x145мм
- 2) 1200x800x1200мм
- 3) 1200x1100x800мм
- 4) 1200x1100x1000мм
- 5) 1200x1200x1200мм

3. Перевезення вантажів у змішаному сполученні організують на основі:

- 1) пакетної системи доставки вантажів
- 2) термінальної системи доставки вантажів
- 3) контейнерної системи доставки вантажів
- 4) прямої системи доставки вантажів
- 5) спеціальної системи доставки вантажів

4. За видами сервісу термінали класифікуються на:

- 1) міжвидові, внутрішньовидові
- 2) вантажні, пасажирські, змішані
- 3) змішані, спеціалізовані
- 4) збірні, розвізні, перевантажувальні, сортувальні
- 5) технічного обслуговування транспорту, відпочинку екіпажів транспортних засобів, передрейсового обслуговування вантажів та пасажирів.

5. Частину термінальної системи, яка забезпечує функцію розсіювання і концентрації вантажопотоків називають:

- 1) контейнерною системою перевезень
- 2) пакетною системою перевезень
- 3) прямою системою перевезень
- 4) фідерною системою перевезень
- 5) спеціальною системою перевезень

Практична робота № 7

ТЕМА: Розрахунок об'єму перевалки по прямому варіанту із залізничного транспорту на автомобільний

Мета роботи: навчитися розраховувати кількість вантажу що може перевантажуватись по прямому варіанту при організації транспортного процесу за прямим варіантом перевантаження.

Зміст роботи: використовуючи відповідні формули навчитися визначати максимально можливий обсяг вантажу, що може перевантажитись по прямому варіанту перевантаження.

Теоретичне обґрунтування

Середня інтенсивність потоку вагонів

$$\lambda_{\epsilon} = \frac{Q}{Q_1 \cdot t_{\epsilon}} \text{ вагонів/год.}; (\text{автомобілів/год.}). \quad (7.1)$$

Вага вантажу, яка надійде на вантажний фронт за час t ,

$$Q' = \frac{Q \cdot t_a}{T_p}, \text{ т}, \quad (7.2)$$

де t_a – тривалість роботи автомобільного транспорту, год.; T_p – тривалість роботи вантажного пункту, год.

Об'єм перевалки тарно-штучних вантажів по прямому варіанту за період:

$$Q_{1-3} = P_{\epsilon} \cdot P_a \cdot P_n \cdot P_m \cdot \Pi_{1-3}, \text{ т}, \quad (7.3)$$

де P_{ϵ}, P_a – відповідно вірогідність знаходження вагонів і автомобілів на вантажному фронті:

$$P_{\epsilon} = (1 - P_{\epsilon}^o) \cdot \left[\frac{Q \cdot \eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q \cdot (1 - \eta)}{\Pi_{1-2}} \right]; \quad (7.4)$$

$$P_a = (1 - P_a^o) \cdot \left[\frac{Q \cdot \eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q \cdot (1 - \eta)}{\Pi_{2-3}} \right], \quad (7.5)$$

де η – частина вантажу, яка перевантажується по прямому варіанту за час роботи автотранспорту.

Якщо порядок подач вагонів на станцію описується законом Пуассона, то:

$$P_{\epsilon}^o = e^{-\lambda_{\epsilon} t_a}, \quad P_a^o = e^{-\lambda_a t_a}. \quad (7.6)$$

Підставляючи значення P_{ϵ} і P_a із формул (7.4) і (7.5) в формулу (7.3), отримуємо:

$$\eta \cdot Q = (1 - e^{-\lambda_n \cdot t_n}) \cdot (1 - e^{-\lambda_a \cdot t_a}) \left[\frac{Q \cdot \eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q \cdot (1 - \eta)}{\Pi_{1-2}} \right] \cdot \left[\frac{Q \cdot \eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q \cdot (1 - \eta)}{\Pi_{2-3}} \right] \cdot P_n \cdot P_m \cdot \Pi_{1-3} \quad (7.7)$$

Позначимо через P вираз

$$P = (1 - e^{-\lambda_n \cdot t_n}) \cdot (1 - e^{-\lambda_a \cdot t_a}) \cdot P_n \cdot P_m \cdot \Pi_{1-3}, \quad (7.8)$$

і розділимо рівняння (7) на Q , тоді:

$$\eta = P \cdot \left[\frac{\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{1 - \eta}{\Pi_{1-2}} \right] \cdot \left[\frac{\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{1 - \eta}{\Pi_{2-3}} \right]. \quad (7.9)$$

Розв'язавши рівняння (8) відносно η , визначимо кількість вантажу, що буде перевантажуватись по прямому варіанту

$$\eta = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, \quad (7.10)$$

де A, B, C – коефіцієнти, значення яких можна знайти з формул:

$$A = P \cdot Q \cdot (\Pi_{1-2} \cdot \Pi_{2-3} - \Pi_{1-3} \cdot \Pi_{2-3} - \Pi_{1-3} \cdot \Pi_{1-2} + \Pi_{1-3}^2); \quad (7.11)$$

$$B = P \cdot Q \cdot (\Pi_{1-3} \cdot \Pi_{2-3} + \Pi_{1-3} \cdot \Pi_{1-2} - 2\Pi_{1-3}^2) - \Pi_{1-3}^2 \cdot \Pi_{1-2} \cdot \Pi_{2-3}; \quad (7.12)$$

$$C = P \cdot Q \cdot \Pi_{1-3}^2. \quad (7.13)$$

В окремому випадку, коли $A = 0$, частка вантажу, що перевантажується по прямому варіанту, знаходиться за формулою

$$\eta_1 = \frac{P \cdot Q}{\Pi_{1-2} \cdot \Pi_{1-3}}. \quad (7.14)$$

Об'єм переробки вантажу на вантажному фронті в пункті взаємодії залізничного і автомобільного транспорту:

$$Q_{\Pi} = Q \{ \eta + (1 - \eta) \cdot K_{\Pi} \} + (1 - \eta) \cdot \varphi_c, \quad (7.15)$$

де K_{Π} – кількість повторних перевантажень вантажу вантажними механізмами при перевантаженні його через склад (в даному випадку $K_{\Pi} = 2$); φ_c – коефіцієнт, що враховує додатковий об'єм вантажопереробки, при сортуванні, зважуванні та інших операціях, що виконуються з вантажем на складі (в даному випадку $\varphi_c = 3\%$).

ЗАДАЧІ

Задача 1

Визначити об'єм перевалки тарно-штучних вантажів по прямому варіанту із залізничного транспорту на автомобільний, а також об'єм

переробки, якщо відомо, що добовий вантажопотік (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 2), Q , тон. Кількість вантажу в одному вагоні – 250 тон. Вантаж вивозиться з вантажного фронту автомобільним транспортом протягом 14 год. Вхідний потік вагонів і автомобілів описується законом Пуассона. Вантажопідйомність одного автомобіля (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 3) тон. Переробна здатність навантажувально-розвантажувальних механізмів (НРМ) при перевантаженні по прямому варіанту складає (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 4) $m/год.$; при розвантаженні вантажу із вагона на склад (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 5) $m/год.$; при навантаженні вантажу із складу на автомобіль (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 6) $m/год.$ Вірогідність безвідмовної роботи НРМ становить $P_m = 0,9$, а вірогідність того, що не виникне потреба перевантажувати вантаж на склад для виконання технологічних операцій $P_n = 0,9$. Об'єм сортування вантажу на складі складає $3+0,1n\%$ вантажопотоку, що проходить через склад.

Таблиця 7.1

Вихідні дані до задачі 1

№ варіанту	Добовий вантажопотік, m	Вантажопідйомність Одного автомобіля, n	Переробна здатність НРМ при перевантаженні по прямому варіанту, $m/год.$	Переробна здатність НРМ при розвантаженні вантажу із вагона на склад, $m/год.$	Переробна здатність НРМ при навантаженні вантажу із складу на автомобіль, $m/год.$
1	2	3	4	5	6
1	1001+n	6	61+n	66	51
2	1002+n	7	62+n	67	52
3	1003+n	8	63+n	68	53
4	1004+n	9	64+n	69	54
5	1005+n	10	65+n	70	55
6	1006+n	11	66+n	71	56
7	1007+n	12	67+n	72	57
8	1008+n	13	68+n	73	58
9	1009+n	14	69+n	74	59
10	1010+n	15	70+n	75	60
11	1011+n	16	71+n	76	61
12	1012+n	17	72+n	77	62
13	1013+n	18	73+n	78	63
14	1014+n	19	74+n	79	64
15	1015+n	20	75+n	80	65
16	1016+n	21	76+n	81	66
17	1017+n	22	77+n	82	67
18	1018+n	23	78+n	83	68
19	1019+n	24	79+n	84	69
20	1020+n	25	80+n	85	70
21	1021+n	26	81+n	86	71

22	1022+n	27	82+n	87	72
23	1023+n	28	83+n	88	73
24	1024+n	6	84+n	89	74
25	1025+n	7	85+n	90	75

Приклад розрахунку 1

В зв'язку з тим, що автомобільний транспорт працює тільки протягом двох змін, необхідно першочергово встановити об'єм перевалки з залізничного транспорту на автомобільний за цей період.

Середня інтенсивність потоку вагонів

$$\lambda_g = \frac{Q}{Q_1 \cdot t_g} = \frac{1000}{250 \cdot 24} = 0,167 \text{ вагонів/год.}$$

Середня інтенсивність потоку автомобілів за аналогічною формулою (7.1)

$$\lambda_a = \frac{1000}{5 \cdot 14} = 14,3 \text{ авт./год.}$$

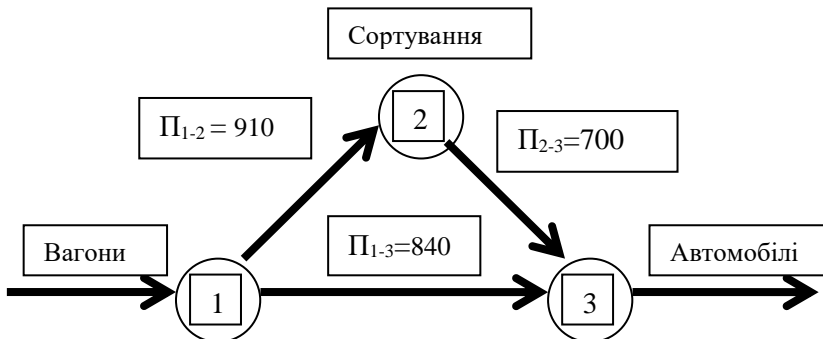


Рис. 7.1. Схема переробки вантажу на вантажному фронті

Переробна здатність вантажного фронту по зв'язках 1-3, 1-2, 2-3 відповідно до поточкового графіка показана на рис. 7.1, також розраховується з урахуванням тривалості періоду роботи автомобільного транспорту:

$$P_{1-3} = 60 \cdot 14 = 840 \text{ т; } P_{1-2} = 65 \cdot 14 = 1560 \text{ м;}$$

$$P_{2-3} = 50 \cdot 14 = 700 \text{ м.}$$

Вага вантажу, яка надійде на вантажний фронт за час t ,

$$Q' = \frac{Q \cdot t_a}{T_p} = \frac{1000 \cdot 14}{24} = 583,333 \text{ м,}$$

де t_a – тривалість роботи автомобільного транспорту, год.; T_p – тривалість роботи вантажного пункту, год.

Знаходимо значення P та коефіцієнти A, B, C .

$$P = (1 - e^{-0,167 \cdot 14}) \cdot (1 - e^{-14,3 \cdot 14}) \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,84 = 0,614$$

$$A = 0,614 \cdot 1 \cdot (0,91 \cdot 0,70 - 0,84 \cdot 0,70 - 0,84 \cdot 0,91 + 0,84^2) = 0,614 \cdot 1 \cdot (-0,0098) = -0,06;$$

$$B = 0,614 \cdot 1 \cdot (0,84 \cdot 0,70 + 0,84 \cdot 0,91 - 2 \cdot 0,84^2) - 0,84^2 \cdot 0,91 \cdot 0,70 = -0,036 - 0,449 = -0,485.$$

$$C = 0,614 \cdot 1 \cdot 0,84^2 = 0,433;$$

$$\eta = \frac{0,485 - \sqrt{0,2352 + 0,0104}}{-2 \cdot 0,006} = \frac{0,485 - 0,495}{-0,012} = 0,83.$$

Таким чином, по прямому варіанту буде перевантажено

$$Q_{1-3} = 583 \cdot 0,83 = 484 \text{ т.}$$

Частина вантажу, що перевантажується з вагонів в автомобілі по прямому варіанту,

$$\eta = \frac{484}{1000} = 0,484.$$

Розрахунковий об'єм вантажопереробки вантажними механізмами складе

$$Q_{II} = 1000 \cdot \{[0,484 + (1 - 0,484) \cdot 2] + (1 - 0,484) \cdot 0,03\} = 1531 \text{ т.}$$

Контрольні тестові запитання.

1. Які види вантажів при перевезенні різними видами транспорту перевантажуються тільки через склад:

- 1) тарно-штучні вантажі
- 2) насипні вантажі
- 3) нафта і нафтопродукти
- 4) довгомірні вантажі
- 5) великовагові вантажі

2. Виберіть схему прямого перевантаження вантажу:

- 1) автомобіль-вагон-судно
- 2) автомобіль-склад вагон
- 3) вагон-склад-автомобіль
- 4) судно-склад-вагон
- 5) вагон-склад-судно

3. Операція переміщення вантажу при взаємодії різних видів транспорту за певним маршрутом від місць навантажування або перевантаження називається:

- 1) їздкою
- 2) перевезенням
- 3) рейсом
- 4) транспортуванням
- 5) технологією

4. Сукупність вантажних операцій в вантажних пунктах, транспортування, розвантаження у пунктах передачі вантажу з одного виду транспорту на інший та в пункті розвантажування і подачі рухомого складу під вантажні роботи називається:

- 1) технічний процес
- 2) транспортний процес
- 3) технологічний процес
- 4) організаційний процес
- 5) управлінський процес

5. Раціональна система організації роботи взаємодіючих у вузлі видів транспорту, що пов'язують між собою технологію обробки транспортних одиниць і обслуговування пасажирів в пунктах взаємодії, та забезпечує єдиний ритм в перевізному і виробничому процесі обслуговування підприємств називається:

- 1) єдиний технічний процес
- 2) єдиний організаційний процес
- 3) єдиний технологічний процес
- 4) єдиний виробничий процес
- 5) єдиний експлуатаційний процес

Практична робота №8. Технологічні графіки виконання операцій

Мета роботи: розглянути склад технологічних графіків та навчитися їх складати для різних видів транспорту в транспортному вузлі.

Зміст роботи: скласти технологічний графік роботи конкретного виду транспорту.

Теоретичне обґрунтування

Вивезення вантажів із річкового порту вимагає певний порядок виконання операцій, які можна описати наступним чином. По прибутті в річний порт водій-експедитор автомобіля надає диспетчеру необхідні

документи, після чого йому видають розкредитовані документи на контейнери, що підлягають вивезенню. З документами водій-експедитор на автомобілі слідує на контейнерний майданчик, де надає їх спеціалісту з прийому і відправлення вантажів порту. Спеціаліст з прийому і відправлення вантажів вказує місце стоянки автомобіля на конкретному посту вантажного фронту та віддає відповідні розпорядження про початок навантаження контейнерів. В процесі вантажної операції звіряються номери контейнерів і перевіряється стан і знаки відбитків на пломбах. Після навантаження спеціаліст з прийому і відправлення вантажів розписується в накладній про видачу контейнерів. Водій-експедитор направляє до автомобіля і слідує в диспетчерську, де надає накладні, підписані спеціалістом з прийому і відправлення вантажів і розписується в корінці наряду на вивіз в прийому контейнерів.

ЗАДАЧІ

Задача №1

Розробити технологічний графік виконання операцій в річному порту для автомобіля при централізованому вивозі (завозі) контейнерів автомобільним транспортом. Перевезення контейнерів здійснюється автомобілем, на якому розміщуються два контейнери. Водій-експедитор на отримання документів витрачає 0,5 хвилини в розрахунку на 1 контейнер. Тривалість оформлення документів (див. вихідні дані, табл. 8.1, графа 2) хвилини на контейнер. На під'їзд або від'їзд від контейнерного майданчика він витрачає 2 хвилини. На вантажному посту автомобіль встановлюється за 1 хвилину. Час навантаження (розвантаження) одного контейнера (див. вихідні дані, табл. 8.1, графа 3) хвилини.

Таблиця 8.1

Вихідні дані до задачі 1

№ варіанту	Тривалість оформлення документів, хв.	Час навантаження (розвантаження) одного контейнера, хв.
1	2	3+n
1	1	3+n
2	2	4+n
3	3	5+n
4	4	6+n
5	5	7+n
6	4	3+n
7	3	4+n
8	2	5+n
9	1	6+n
10	2	7+n
11	3	3+n
12	4	4+n

13	5	5+n
14	4	6+n
15	3	7+n
16	2	3+n
17	1	4+n
18	2	5+n
19	3	6+n
20	4	7+n
21	5	3+n
22	4	4+n
23	3	5+n
24	2	6+n
25	1	7+n

Приклад розрахунку 1

У відповідності з вихідними даними будемо технологічний графік роботи автомобільного транспорту в річковому порту

Операція	Час, хв.			
	0	5	10	15
1. Підхід водія-експедитора в диспетчерську, отримання документів і ознайомлення з ними	1			
2. Підхід водія-експедитора до автомобіля і під'їзд на контейнерний майданчик	2			
3. Постановка автомобіля біля вантажного фронту		1		
4. Навантаження контейнерів		7		
5. Огляд контейнерів, звіряння їх номерів і відтисків пломб з даними документів		7		
6. Від'їзд автомобіля від вантажного фронту і прохід водія в диспетчерську			2	
7. Оформлення документів про прийом контейнерів				3
Загальна тривалість				15

Технологічний графік виконання операцій в річковому порту для автомобільного транспорту при вивезенні контейнерів розробляється з урахуванням того, що установка автомобіля на пості вантажного фронту, збірка номерів контейнерів з даними накладної, перевірка стану пломб і знаків відтисків на них можуть проводитись одночасно з навантаженням контейнерів. В результаті загальна тривалість операцій може бути зменшена до 15 хвилин.

Контрольні тестові запитання.

1. Транспортний вузол – як складний функціональний елемент транспортної системи можна розглядати з точки зору топології як:

- 1) місце спільної роботи різних видів транспорту
- 2) комплекс технічних пристроїв і засобів в пункті стику різних видів транспорту
- 3) місце розташування різних видів транспорту
- 4) місце стику різних видів транспорту
- 5) місце просторової взаємодії різних видів транспорту

2. Перевантажувальні пункти в системі матеріально-технічного забезпечення, які мають значні площі для проміжного складування вантажів і їх розподілу за споживачами, що знаходяться в прилеглих районах називаються:

- 1) транспортні вузли
- 2) склади
- 3) термінали
- 4) розподільчі центри
- 5) вантажні двори

3. Назвіть світові системи автоматизованої ідентифікації вантажів:

- 1) спостереження
- 2) штрих-кодування
- 3) нагляд
- 4) візуалізація
- 5) огляд

4. Територіально виділена ділянка вузла призначена для виконання операцій по переробці вантажів і облаштована відповідними технічними засобами – це:

- 1) транспортний вузол
- 2) склад
- 3) термінал
- 4) розподільчий центр
- 5) вантажний двір

5. Пункт стику двох і більше видів транспорту, технічна взаємодія яких забезпечується відповідним комплексом технічних засобів і пристроїв – це:

- 1) транспортний вузол
- 2) склад
- 3) термінал
- 4) розподільчий центр
- 5) вантажний двір

Практична робота №9. Розробка контактних графіків роботи автомобільного транспорту з іншими в транспортних вузлах

Мета роботи: навчитися будувати контактні графіки роботи різних видів транспорту в транспортних вузлах.

Зміст роботи: побудувати контактний графік роботи різних видів транспорту.

Теоретичне обґрунтування

Організація роботи транспортного вузла по єдиному технологічному процесу вимагає вирішення наступних питань: розробка єдиних графіків виконання операцій з вагонами і потягами на станціях і під'їзних шляхах промислового транспорту; ув'язка єдиної технології з маршрутизацією перевезень, планами формування потягів і суден; забезпечення ритмічності навантаження-розвантаження вантажів в часі і просторі; розробка узгоджених графіків руху на всьому шляху руху вантажу від пункту відправлення до пункту призначення.

СТП розробляється в наступній послідовності:

- 1) детально досліджують та глибоко вивчають стан пунктів взаємодії в транспортних вузлах, виявляють при цьому обмежуючі по технічному оснащенню елементи та недоліки технології роботи в ланцюжку взаємодії усунення яких може суттєво покращити умови взаємодії, в деяких випадках без значних матеріальних затрат;
- 2) раціонально розподіляють об'єми перевалки вантажів в вузлі між постами взаємодії, окремими технологічними лініями кожного посту відповідно до їх спеціалізації. Визначають порядок проведення операцій з транспортними засобами, вагову норму і число передаточних поїздів, суден, порядок обміну передачами;
- 3) по існуючих нормативах визначають тривалість технічних, маневрових, комерційних операцій з суднами, вагонами, автомобілями і розробляють технологічні графіки для кожного елемента транспортного вузла, а також графіки роботи навантажувально-розвантажувальних механізмів в пунктах перевалки, графіки обробки документів тощо. Після складання простих технологічних графіків виявляють можливості суміщення операцій з метою зменшення затрат часу на цикл операцій і підвищення продуктивності рухомого складу;
- 4) наступним кроком складають єдиний добовий план-графік пункту перевалки, попередньо перевіривши дотримання найважливіших умов взаємодії;

5) пропускні (провізні) здатності навантажувально-розвантажувальних пристроїв (N) S -го і $S+1$ видів транспорту в k -тому пункті перевалки повинні бути еквівалентні, тобто:

$$N_{kS} \Leftrightarrow N_{kS+1}; \quad (9.1)$$

6) розрахункові інтервали прибуття і відправлення транспортних засобів в пунктах взаємодії повинні відповідати технологічному інтервалу їх обробки, тобто

$$t_j^{\text{пп}} \leq I_j^{\text{пп}}; t_j^{\text{від}} \leq I_j^{\text{від}}, \quad (9.2)$$

де, $t_j^{\text{пп}}, t_j^{\text{від}}$ – тривалість технологічних операцій при завантаженні (розвантаженні) j -тої транспортної одиниці (групи); $I_j^{\text{пп}}, I_j^{\text{від}}$ – розрахунковий інтервал відповідно прибуття і відправлення транспортних засобів j -того типу;

7) число транспортних одиниць N_k або кількість вантажу Q_k що прибуває за деякий період в k -тий пункт перевалки не повинно перевищувати пропускної (переробної) здатності лімітуючих елементів N_{kj} (Π_{kj}) відповідних перевантажувальних фронтів, тобто

$$N_j < N_{kj}, \text{ або } Q_j < \Pi_{kj}; \quad (9.3)$$

8) календарні терміни прибуття в k -тий пункт вантажних і порожніх потягів S -го і $S+1$ видів транспорту повинні бути узгоджені по часу і синхронізовані з режимом випуску продукції;

9) кількість порожнього тоннажу ($Q_s^{\text{пор}}$) для даного виду вантажу, що подається в пункт взаємодії S -м видом транспорту, повинна відповідати кількості вантажу, що прибуває $S+1$ видом транспорту, тобто:

$$Q_s^{\text{пор}} \Leftrightarrow Q_{S+1}^{\text{ван}}. \quad (9.4)$$

ЗАДАЧІ

Задача №1

Річковий порт здійснює перевалку зернових вантажів з залізничного і автомобільного транспорту на річковий, контейнерних – з залізничного і автомобільного транспорту на річковий і назад, мінерально-будівельних вантажів (пісок) – з річкового транспорту на залізничний і автомобільний. Характеристика окремих видів транспорту наведена в табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Вид вантажу	Річковий транспорт				Залізничний транспорт				Автомобільний транспорт			
	Обсяг перевезень за добу	Кількість суден	Вид операції	Час роботи	Обсяг перевезень за добу	Кількість вагонів	Вид операції	Час роботи	Обсяг перевезень за добу	Кількість рейсів авт.	Вид операції	Час роботи
Зернові	1360 т	4	Завантаження	Цілодобово	1260 т	20	Розвантаження	Цілодобово	100 т	20	Розвантаження	8 ⁰⁰ -24 ⁰⁰
Контейнерні	280 конт.	2	Завантаження	Цілодобово	240 конт.	20	Розвантаження	Цілодобово	40 конт.	20	Розвантаження	8 ⁰⁰ -18 ⁰⁰
	280 конт.	2	Розвантаження	Цілодобово	240 конт.	20	Завантаження	Цілодобово	40 конт.	20	Завантаження	8 ⁰⁰ -18 ⁰⁰
Мінер.-будівельні	4500 т	5	Розвантаження	Цілодобово	3800 т	60	Завантаження	Цілодобово	700 т	100	Завантаження	Цілодобово

Залізничним транспортом вагони надходять із сортувальної станції на портову станцію в п'яти передаточних потягах. В передаточних потягах, крім вагонів, що призначені для перевалочних операцій, надходять вагони для підприємств, під'їзні шляхи яких примикають до портової станції. Час прибуття передаточних потягів і їх вагонів наведені в табл. 9.2.

Таблиця 9.2

Номер потягу	Час прибуття	Кількість вагонів	Склад передаточного потягу			
			Криті з зерном	Платформи з контейнерами	Порожні напіввагони під пісок	Вагони для підприємств
3702	1 ⁰⁰	35+n	5	5	10+n	15
3704	5 ³⁰	30+n	-	-	20+n	10
3706	10 ³⁰	40+n	10	5	5+n	20
3708	16 ⁰⁰	20+n	-	10	10+n	-
3710	20 ³⁰	25+n	5	-	15+n	5

Річковим транспортом вантажі перевозяться в самохідних і несамохідних суднах. Характеристика рухомого складу річкового і автомобільного транспорту наведена в табл. 9.3 і 9.4, розклад руху суден – табл. 9.5.

Таблиця 9.3

Вид вантажу	Тип судна	Експлуатаційна вантажопідйомність, q_c
Зернові	Самохідний суховантаж	340+n, т
Контейнерні	Контейнеровоз	140+n контейнерів
Мінерально-будівельні	Несамохідні (дві баржі)	900+n, т

Таблиця 9.4

Вид вантажу	Марка автомобіля	Експлуатаційна вантажопідйомність, q_a
Зернові	Бортовий (Hyundai EX8)	5 т
Контейнерні	контейнеровоз (FOTON VJ 1128)	2 контейнери
Мінерально-будівельні	Самоскид (КрАЗ)	7 т

Таблиця 9.5

Вид вантажу	Шифр судна	Час прибуття, год.
Зернові	Z_1	0^{47}
	Z_2	6^{48}
	Z_3	12^{48}
	Z_4	18^{18}
Контейнерні	K_1	3^{45}
	K_2	12^{45}
Мінерально-будівельні	P_1	2^{15}
	P_2	9^{30}
	P_3	17^{30}

Для виконання вантажних операцій в річковому порту передбачені 4 спеціалізованих причали: перший – для зернових; третій – контейнерних; другий і четвертий – мінерально-будівельних вантажів. Кожний причал має необхідний шляховий розвиток, автомобільні під'їзди і склади для проміжного зберігання вантажів. Схема взаємного розташування основних пристроїв порту показана на рис. 9.1.

Операції, що виконуються з рухомим складом різних видів транспорту, наведені в табл. 9.6. та 9.7.

Таблиця 9.6

Операція	Тривалість операції, хв.
<i>Залізничний транспорт</i>	
Обробка передаточного потягу:	
по прибуттю	15
по відправленню	30
Перестановка состава на витяжний шлях	3
Розформування состава передаточного потягу на витяжному шляху	18
Зважування одного вагона з зерном (з урахуванням часу подачі і прибирання з ваг)	4
Закінчення формування состава	5
Подача вагонів в річковий порт	6
Розташування (збір) вагонів у вантажного фронту	6
Вантажна операція на один вагон:	
зерно	42
контейнери	24
пісок	18
<i>Річковий транспорт</i>	
Буксировка судна:	

від рейду прибуття до причалу	45
від причалу до рейду відправлення	36
рух буксира в пустому стані від рейду до причалу і в зворотному напрямі	30
Швартовка судна біля причалу	15
Відшвартовка судна від причалу	10
Операції, що виконуються до початку вантажних операцій	30
Операції, що виконуються після закінчення вантажної обробки судна	80
Обробка состава несамохідних річних суден:	
прибуття	75
відправлення	55
<i>Автомобільний транспорт</i>	
Проїзд, оформлення документів і від'їзд одного автомобіля	5
Вантажна операція (з урахуванням зважування) на один автомобіль:	
пісок	6
контейнери	9
зерно	15

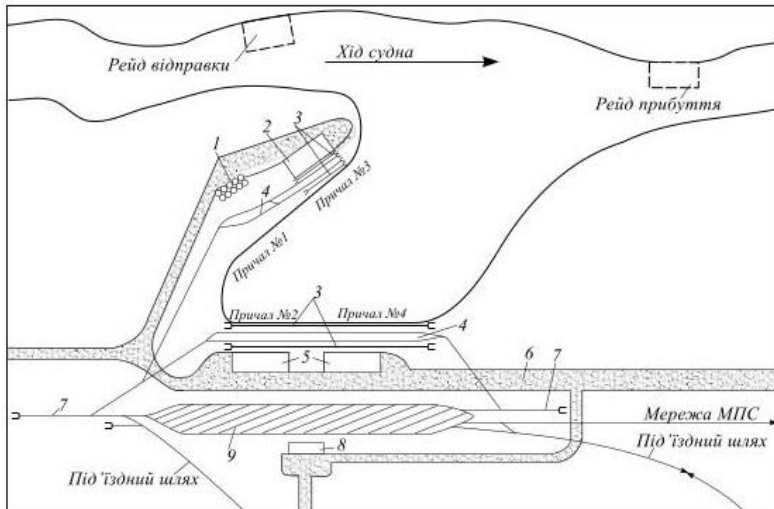


Рис. 9.1. Схема взаємного розташування пристроїв залізничного і річкового транспорту в порту:

1 – елеватор; 2 – контейнерний майданчик; 3 – підкранові шляхи; 4 – навантажувально-розвантажувальні шляхи; 5 – склади мінерально-будівельних вантажів; 6 – автомобільні дороги; 7 – витяжні шляхи; 8 – службово-технічна будівля; 9 – портова станція

Таблиця 9.7

Операція	Час, хв.					
	0	60	120	180	240	300
Швартовка судна біля причалу	15					
Огляд судна і відкриття люків	20					
Підготовка судна до навантаження		20				
Ремонт механізмів судна		40				
Забезпечення судна паливом і технічними матеріалами			120			
Забезпечення екіпажу продовольством		20				
Завантаження судна			120			
Визначення ваги вантажу				30		
Огляд судна і закриття люків					30	
Оформлення документів					30	
Кінцеві операції					20	
Відшвартовка судна від причалу						10
Загальна тривалість	255					

Експлуатаційна продуктивність технологічних ліній при виконанні вантажних операцій з річковими судами відповідно складає для зерна $P_z = 97,1$ т/год.; контейнерів $P_k = 46$ контейнерів/год.; піску $P_n = 194$ т/год. Залишок вантажів на складах на початок розрахункового періоду становить: зерна – 2000 т, контейнерів – 60 шт., піску на причалі 2 – 2285 т, причалі 1 – 2535 т.

Приклад розрахунку 1

Для координації роботи різних видів транспорту в пунктах взаємодії, раціонального використання робочої сили і технічних засобів складається єдиний добовий план-графік роботи перевалочного пункту, часткова схема якого показана на рис. 9.2. Вам необхідно поспробувати по можливості його побудувати за наступною методикою.

По осі абсцис відкладають години, а по осі ординат елементи пункту стикування. Тривалість розрахункового періоду, на який розробляється графік, приймається рівним інтервалу повторюваності. В даному прикладі інтервал повторюваності 24 години. З метою визначення найбільшої кількості вантажу, що переробляється по прямому варіанту, виявлення «вузьких» місць і невикористаних резервів пункту взаємодії на годинниковому полі графіка вказують години і місце виконання операцій з вагонами, суднами і автомобілями; зайнятість шляхів портової станції, причалів, вантажних фронтів, складів, маневрових локомотивів, рейдових буксирів та інших елементів.

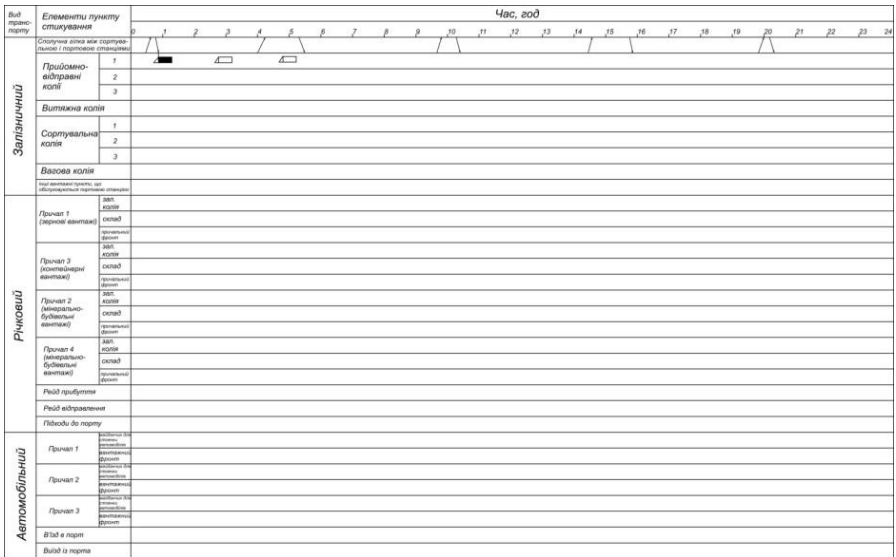


Рис. 9.2. Часткова схема технологічного графіка роботи автомобільного транспорту в річковому порту

При розробці добового план-графіка використовуються прогресивні технологічні норми обробки рухомого складу, узгоджуються терміни і послідовність виконання технологічних операцій на взаємодіючих видах транспорту. Узгоджуються графіки руху залізничних потягів і суден, регламентується тривалість роботи автотранспорту щодо завезення-вивезення вантажів із пунктів взаємодії.

Перед розробкою графіка перевіряють дотримання умов, що забезпечують узгоджену роботу взаємодіючих видів транспорту. Крім того, з використанням сучасних економіко-математичних методів оптимізуються параметри план-графіка: резерв переробних здатностей технологічних ліній з обробки рухомого складу, вага передаточного потягу, кількість подач (прибирань) вагонів тощо.

Простежимо порядок розробки графіка (див. рис. 9.2) на прикладах послідовності виконання операцій з рухомим складом, режимів взаємодії різних видів транспорту і роботи складів.

В розрахунковий період, що розглядається, передаточний потяг 3702 прибуває з сортувальної на портову станцію в 1 год. 00 хв. Для прийому і виконання операцій по прибуттю потягу використовується приймально-відправний шлях 1. Після закінчення цих операцій

маневровий локомотив заїжджає на шлях прийому, переміщає состав на витяжний шлях і розформовує на шляху сортувального парку. В процесі розформування вагони підбирають в групи для подачі в річковий порт і на підприємства, що прилягають до портової станції. Після накопичення вагонів на шляху 3 сортувального парку перед подачею в річковий порт робітниками станції і порту виконуються приймально-здавальні операції. Одночасно з приймально-здавальними операціями проходить контрольне зважування вагонів з зерном. Потім вагони передаються в річковий порт, де відповідно до спеціалізації причалів їх встановлюють біля вантажних постів. З урахуванням тривалості попередніх операцій, вагони з зерном будуть подані до причалу 1 в 2 год. 17 хв., з контейнерами до причалу 3 в 2 год. 22 хв., п'ять порожніх піввагонів до причалу 2 в 2 год. 27 хв. і п'ять порожніх піввагонів до причалу 4 в 2 год. 32 хв.

Перше річкове судно – самохідний зерновоз $З_1$ – прибуває в 0 год. 47 хв. Операції по обробці такого судна по прибуттю можуть бути виконані біля причалу, і тому воно швартується безпосередньо до причалу 1. Після швартування судно готується до виконання вантажної операції і одночасно проводиться екіпіровка судна паливом, забезпечення команди продовольством, ремонт механізмів (див. табл. 9.7). З урахуванням тривалості перерахованих операцій завантаження судна може бути почато в 2 год. 17 хв., тобто одночасно з розвантаженням вагонів.

Оскільки вантажопідйомність подачі із п'яти вагонів ($5 \times 68 = 340$ т) і вантажопідйомність судна еквівалентні і дорівнюють продуктивності технологічних ліній $0,7 \times 60 \times 5 = 340 \div 97,1 \times 60$), то вантажна операція з вагонами і судном закінчиться о 5 год. 54 хв. З цього моменту через відсутність маневрового локомотиву (готує нову подачу в порт) вагони чекають відправки до 6 год. 51 хв., тобто $t_{чек}^{від} = 6 \text{ год. } 51 \text{ хв.} - 5 \text{ год. } 54 \text{ хв.} = 57 \text{ хв.}$ Після зборки біля причалу 1 вагони передаються на прийомно-відправний шлях портової станції 1, де з ними виконуються прийомно-здавальні операції, а потім переставляються на сортувальний шлях 2, призначений для накопичення передаточних потягів на сортувальну станцію. З судном 3 по закінченню завантаження виконуються операції, пов'язані з підготовкою його в рейс (див. табл. 9.7). Потім судно відшвартовується і рухається на рейд відправлення. Подібним чином здійснюється робота з іншими вагонами і судами, що надходять на причал 1 протягом розрахункового періоду.

Робота складу причалу 1 здійснюється наступним чином. На початок доби залишок зерна складає 2000 т. В момент часу «а» завершується розвантаження на склад частини зерна із вагонів, що залишилися із минулих діб. ($Q_a = 68 \times 1,5 \div 17,7 + 2000 = 2145,7$ т). Потім від моменту часу «а» до моменту часу «б» вантажна операція не виконується, від моменту часу «б» до моменту часу «в» об'єм завантаження і розвантаження вантажу зі складу рівний, і в кінці, від моменту часу «в» до моменту часу «г» знову вантажна операція не проводиться. Протягом цього всього періоду вага вантажу на складі не змінюється. Від моменту часу «г» до моменту часу «е» проводиться завантаження $t_{\text{ван}}^c$ судна $З_2$ і розвантаження на склад 4-х (n_a) автомобілів, відповідно вага вантажу в складі зменшиться на $t_{\text{ван}}^c \times P_3 - n_a \times q_a = 3,5 \times 97,1 - 4 \times 5 = 320$ т.

Від часу «е» до часу «ж» проводиться одночасно розвантаження вагонів і завантаження судна і т.д.

Аналогічно причалу 1 здійснюється робота причалів 2 і 4 з тією лише особливістю, що вантаж надходить в складах із несамохідних барж. Це визиває необхідність розформувати потяги по прибуттю, накопичувати і формувати їх по відправленню.

Перший потяг із піском (з однієї баржі) надходить на рейд прибуття о 2 год. 15 хв. З 2 год. 15 хв. до 3 год. 30 хв. виконуються технологічні операції, пов'язані з обробкою потягу по прибуттю. Рейсовий буксир відчіплюється і причіплюється рейдовий, і баржа переміщується від рейду прибуття до причалу 2 (рис. 9.2).

Після швартування о 4 год. 30 хв. починається вантажна операція, яка продовжується $\frac{q_c}{P_n} = \frac{900}{194} = 4$ год. 38 хв. і закінчується о 4 год. 30 хв. + 4 год. 38 хв. = 9 год. 08 хв. Потім виконуються кінцеві операції (для несамохідних суден їх тривалість 30 хв.): відшвартування від причалу 2, рух на рейд відправлення, обробка потягу по відправленню. В сумі тривалість всіх перерахованих операцій складе $30 + 10 + 36 + 55 = 131$ хв. = 2 год. 11 хв. Відповідно порожній потяг може бути відправлений в рейс о 9 год. 08 хв. + 2 год. 11 хв. = 11 год. 19 хв.

Наступний потяг із 2-х барж (P_2) прибуває о 9 год. 30 хв. Після обробки по прибуттю потяг розформовують, і перша баржа (b_1) пришвартовується до причалу 2 через інтервал часу $75 + 45 + 15 = 135$ хв., тобто об 11 год. 45 хв.

Друга баржа (b_2) чекає подачі до причалу 4 протягом часу $t_{\text{чек.б.}}^{\text{под}}$, який витрачає рейсовий буксир на буксировку першої баржі ($t_{\text{бук}} =$

45 хв.), пришвартування до причалу 2 ($t_{\text{ш}} = 15$ хв.) і повернення на рейд прибуття ($t_{\text{пов.}} = 30$ хв.). В сумі $t_{\text{чек.б.}}^{\text{под}} = 1$ год. 30 хв. В результаті друга баржа може бути пришвартована до причалу 4 о 13 год. 15 хв. Після закінчення вантажних та інших необхідних операцій баржі від причалів виставляються на рейд відправлення, де формуються в потяг і після виконання операцій по відправленню слідувають в рейс.

Робота складів причалів 2 і 4 визначається технологічним запасом вантажу і наявністю рухомого складу на вантажних фронтах. Так, на початок розрахункового періоду залишок на складі причалу 2 складав (по завданню) 2825 тон. В цей час біля причалу завершилось розвантаження баржі (закінчення розвантаження 0 год. 24 хв.), завантаження 10 вагонів (закінчення завантаження в 1 год. 00 хв.) і рівномірно з інтервалом 14,4 хв. проводилось відвантаження автотранспорту. Наявність вантажу на складі на будь-який момент часу

$$Q = Q_{\text{зал.}} + Q_6 + Q_3 + Q_a,$$

де $Q_{\text{зал}}$ – залишок вантажу на початок інтервалу часу, що розглядається; Q_6 – вага вантажу, що надійшов на склад за період часу, що розглядається, з річкового судна; Q_3 – вага вантажу, що відвантажується за період часу, що розглядається на залізничний транспорт; Q_a – вага вантажу, що відвантажується за даний період часу на автомобільний транспорт.

В момент часу a_1 , що відповідає від початку розрахункового періоду інтервалу часу 24 хв. (0,4 год.), закінчується розвантаження баржі, завантажуються 10 вагонів і 2 автомобілі, тоді:

$$Q_{a_1} = 2825 + 0,4 \times 194 - 0,4 \times 194 - 2 \times 7 = 2811 \text{ т.}$$

О 13 год. 00 хв. в момент часу b_1 в момент закінчення завантаження 10 вагонів і 2 автомобілів на складі буде

$$Q_{b_1} = 2811 - 0,6 \times 194 - 2 \times 7 = 2680,6 \text{ т.}$$

Від моменту часу b_1 до моменту часу v_1 здійснюється завантаження тільки на автотранспорт. За цей час завантажується 6 автомобілів. Тоді

$$Q_{v_1} = 2680,6 - 6 \times 7 = 2638,6 \text{ т.}$$

Між моментами часу v_1 і g_1 завантажується 5 вагонів і 6 автомобілів

$$Q_{g_1} = 2638,6 = 1,5 \times 194 - 6 \times 7 = 2305,6 \text{ т і т.д.}$$

Аналогічно може бути розглянута робота складу причалу 4.

На причалі 3, де здійснюються вантажні операції з контейнерами, процес перевалки здійснюється при більш тісній взаємодії видів транспорту, що беруть участь в перевезеннях вантажів.

Враховуючи, що на цьому причалі здійснюються здвоєні операції (розвантаження і завантаження) з рухомим складом всіх видів

транспорту, процес взаємодії стає складнішим і приймає різні форми (завантаження зі складу, розвантаження на склад, прямий варіант перевалки вагон-судно, судно-вагон, автомобіль-судно, судно-автомобіль). В таких умовах доцільно на складі причалу 3 виділити 2 майданчики і спеціалізувати їх відповідно для контейнерів, що прибувають річковим автотранспортом, залізничним і автомобільним видами транспорту. На добовому план-графіку цю спеціалізацію доцільно представити двома рядками.

Процес взаємодії видів транспорту на причалі 3 здійснюється наступним чином. Згідно із завданням на складі причалу 3 на початок розрахункового періоду залишок складав 60 контейнерів, які вантажились на платформи. Їх завантаження закінчилось в 2 год. 00 хв., після чого залишок на складі дорівнював нулю. О 2 год. 22 хв. до складу подані п'ять завантажених платформ. Зважаючи на відсутність рухомого складу інших видів транспорту, розвантаження контейнерів здійснюється на склад і закінчується о 4 год. 30 хв. Враховуючи, що о 6 год. 00 хв. до причалу 3 буде пришвартовано судно K_1 , доцільно п'ять порожніх платформ затримати ($t_{чек}^{пл} = 1,5$ год.) для здійснення прямого варіанту перевалки судно-вагон. Тривалість вантажної операції по прямому варіанту визначається для рухомого складу при роботі з яким продуктивність засобів механізації буде найменшою. В нашому прикладі при роботі з річковими судами експлуатаційна продуктивність технологічної лінії складає 46 *контейнерів/год.*, а з залізничним рухомих складом 30 *контейнерів/год.* [$60 \div (24 \div 12)$]. З урахуванням підготовчо-заклучних операцій перша вантажна операція по прямому варіанту судно-вагон почнеться о 6 год. 00 хв. і закінчиться о 8 год. 06 хв. Далі розвантаження контейнерів із судна здійснюється на склад і закінчується о 9 год. 30 хв. При цьому тривалість вантажної операції визначається із розрахунку продуктивності засобів механізації, яка становить 46 *контейнерів/год.* Як видно із рис. 9.2, о 8 год. 35 хв. і о 9 год. 05 хв. прибувають два автомобілі з контейнерами, розвантаження яких здійснюється на склад, а завантаження із судна K_1 по прямому варіанту. Після розвантаження судно K_1 готується до завантаження контейнерів. Навантаження починається о 9 год. 41 хв. До подачі 5-ти завантажених платформ (11 год. 51 хв.) завантаження судна здійснюється зі складу, а з цього моменту часу здійснюється прямий варіант перевантаження вагон-судно і закінчується о 13 год. 51 хв. Протягом всього часу вантажної операції з судном також здійснюється прямий варіант перевалки восьми автомобілів. Після

побудови добового план-графіка виконується його аналіз і визначаються показники роботи пункту взаємодії.

Контрольні тестові запитання.

1. Метод організації варіанту перевезень вантажів при якому експлуатаційні показники змінюються за рахунок зменшення простою автомобілів в очікуванні початку навантажувально-розвантажувальних робіт - це:

- 1) метод роботи сумісників по взаємоузгоджених планах
- 2) метод ритмічної подача автомобілів на транспортні вузли
- 3) метод перевезення вантажів з використанням обігових напівпричепів
- 4) метод прямого варіант перевезення
- 5) метод виконання вантажних операцій у між змінний період

2. Метод організації варіанту перевезень вантажів при якому експлуатаційні показники змінюються за рахунок пришвидшення доставки вантажів - це:

- 1) метод ритмічної подача автомобілів на транспортні вузли
- 2) метод роботи сумісників по взаємоузгоджених планах
- 3) метод перевезення вантажів з використанням обігових напівпричепів
- 4) метод прямого варіант перевезення
- 5) метод виконання вантажних операцій у між змінний період

3. Транспортні засоби, що створюють чергу, мають різні техніко-економічні характеристики, а це приводить до того, що та або інша послідовність обробки транспортних засобів суттєвим чином впливає на:

- 1) загальну вартість обробки транспортних засобів
- 2) черговість обробки транспортних засобів
- 3) швидкість обробки транспортних засобів
- 4) тривалість обробки транспортних засобів
- 5) вантажопідйомність транспортних засобів

4. У всіх випадках оптимізації черговості обробки транспортних засобів критерієм оптимальності вирішення задачі є мінімум вартості обслуговування транспортного потоку, який знаходиться за формулою:

$$1) \sum_{i=1}^m 3_{оч} + \sum_{i=1}^m 3_{обс.} \rightarrow \min$$

$$2) \sum_{i=1}^m 3_{\text{оч}} + t_0 \rightarrow \min$$

$$3) \sum_{i=1}^m 3_{\text{оч}} + t_{\phi}^{\min} \rightarrow \min$$

$$4) \sum_{i=1}^m 3_{\text{оч}} + t_0 \rightarrow \min$$

$$5) \sum_{i=1}^m 3_{\text{оч}} - \sum_{i=1}^m 3_{\text{обс.}} \rightarrow \min$$

5. Яке з питань вирішують організаційно-управлінські методи при здійсненні координації різних видів транспорту:

- 1) побудови балансів обсягів виробництва для визначення обсягів перевезень
- 2) єдиний порядок розробки планів перевезення вантажів по видах транспорту
- 3) створення органів координації і визначення їхніх функцій
- 4) упровадження єдиної номенклатури вантажів
- 5) єдине правове регулювання взаємин клієнтури і транспортних підприємств

Практична робота №10. Рациональний розподіл ресурсів між взаємодіючими видами транспорту

Мета роботи: розібратися з методами раціонального розподілу ресурсів між взаємодіючими видами транспорту.

Зміст роботи: використовуючи теоретичні методи, практично розподілити ресурси між взаємодіючими видами транспорту.

Теоретичне обґрунтування

При порівнянні двох і більше варіантів освоєння вантажних перевезень найвигіднішим вважається той, для якого приведені витрати мінімальні.

При доставці вантажу з елеватора споживачу автомобільним транспортом питомі експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$C_{ij}^e = \frac{(c_1 + c_d)l_{ij}}{q_n \times \gamma \times \beta} + k_3(c_2 + c_b l_{ij}), \text{ грн,}$$

де c_1, c_d – відповідно змінні витрати і дорожня складова витрат, що припадають на 1 км пробігу автомобіля, *грн*; l_{ij} – відстань перевезень вантажу між пунктами i і j ; q_n – номінальна вантажопідйомність автомобіля (автопоїзда); γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля; β – коефіцієнт використання пробігу автомобіля; k_3 – коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату, нарахування і надбавки водіям за класність. При роботі на вантажних автомобілях надбавки складають різну величину, в нашому випадку близько 27% до відрядної заробітної плати ($k = 1,27$); c_2, c_3 – відрядні оцінки оплати праці водіїв відповідно за 1 *т* і 1 *ткм*.

Питомі капітальні вкладення:

$$K_a^k = \frac{100 \times K_a \times l_a}{365 \times \alpha \times T_d \times q_n \times \beta \times \gamma \times v_T} + \frac{K_{пк}^{pc}}{\gamma} + \frac{K_{po}^r \times l_a \times \alpha_d \times \alpha_3 \times \alpha_6}{\gamma \times \beta} + \frac{K_{пк}^r \times \alpha_r \times \alpha_6}{\gamma} + \frac{K_d \times l_a \times \alpha_6}{Q_b}, \text{ грн,}$$

де $K_{пк}^{pc}, K_{пк}^r$ – питомі капітальні вкладення на початково-кінцеві операції відповідно в рухомий склад і гаражі, *грн*; K_{po}^r – питомі капітальні вкладення на рухому операцію в гаражі, *грн*; K_d – витрати на реконструкцію 1 км автомобільної дороги, *грн*; $\alpha_d, \alpha_3, \alpha_6$ – коефіцієнти, що враховують відповідно дорожні умови, тип зберігання автомобілів, район будівництва; T_d – час роботи автомобілів в наряді за добу, *год.*; K_a – вартість автомобіля, *грн*; l_a – відстань перевезення вантажу автомобільним транспортом, *км*; α – коефіцієнт використання парку автомобілів; v_T – середня технічна швидкість руху автомобілів, *км/год.*

ЗАДАЧІ

Задача №1

Визначити економічну ефективність передачі (див. вихідні дані, табл. 10.1, графа 2) *тон* комбікормів з залізничного на автомобільний транспорт. З елеватора комбікорм можна доставити вантажоотримувачу автомобільним або залізничним транспортом. Відстань перевезення по автомобільній дорозі III категорії (див. вихідні дані, табл. 10.1, графа 3) *км*.

Довжина під'їзного шляху від елеватора до сортувальної станції залізничного вузла складає 4,7 *км*. Відстань перевезення по залізничній дорозі до станції К, що знаходиться поблизу вантажоотримувача, 62

км. Вивезення вантажу зі станції К здійснюється автомобільним транспортом на відстань 4 км.

При перевезенні комбікорму автотранспортом використовується вантажний автомобіль з причепом загальною вантажопідйомністю 10,5 тон. Такі ж автомобілі використовуються і при вивезенні вантажу зі станції. Перевантаження комбікормів механізоване. Вартість перевантаження 1 тони вантажу складає 38 коп.

Таблиця 10.1

№ варіанту	Вага вантажу, що передається з залізничного транспорту на автомобільний, тис. тон	Відстань перевезення вантажу, км.
	2	3
1	81+n	72
2	82+n	73
3	83+n	74
4	84+n	75
5	85+n	76
6	86+n	77
7	87+n	78
8	88+n	79
9	89+n	80
10	90+n	81
11	91+n	82
12	92+n	83
13	93+n	84
14	94+n	85
15	95+n	86
16	96+n	87
17	97+n	88
18	98+n	89
19	99+n	90
20	100+n	91
21	101+n	92
22	102+n	93
23	103+n	94
24	104+n	95
25	105+n	96

Приклад розрахунку 1

Експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$C_a^e = \frac{(14,50 + 1,09) \times l_a}{10,5 \times 1,0 \times 0,65} + 1,27(5,39 + 0,68l_a) = 3,15l_a + 6,84, \text{ коп./т.}$$

Питомі експлуатаційні витрати, пов'язані з початково-кінцевою операцією, $C_a^{пк} = 13,46$ коп./т.

Перевезення додаткового потоку комбікормів не потребує реконструкції автомобільної дороги.

Для першого району будівництва дороги III категорії (рівнинна місцевість) і закритого зберігання автомобілів $\alpha_6 = 1,0$; $\alpha_d = 0,93$; $\alpha = 1,16$; $K_a = 8560$ грн.

$$C_a^k = \frac{100 \times 8560 \times l_a}{365 \times 0,85 \times 9,8 \times 10,5 \times 0,65 \times 1 \times 3} + \frac{0,6 \times 0,93 \times 1,16 \times 1}{1 \times 0,65} + \frac{17,5 \times 1,16 \times 1}{1} + 0 = 2,371l_a + 36,1, \text{ коп./т.}$$

Питома вартість ваги вантажу:

$$K_a^{\text{ван}} = \frac{100 \times 180}{365} \left(\frac{l_a}{24 \times 18,6} + \frac{0,5}{24} \right) = 0,11l_a + 1,027, \text{ коп./т.}$$

Питомі приведені витрати при перевезенні комбікорму автомобілями

$$C_a = 3,148l_a + 6,845 + 13,46 + 0,12(2,371l_a + 36,1 + 0,11l_a + 1,027) = 3,446l_a + 24,760, \text{ коп./т.}$$

Питомі експлуатаційні витрати на перевезення вантажу по залізничній дорозі визначаються за формулою

$$C_3 = E_{\text{пк}} + E_{\text{рух}} \times l_3 + E_{\text{пп}}, \text{ грн,}$$

де $E_{\text{пк}}$, $E_{\text{рух}}$, $E_{\text{пп}}$ – відповідно витратна ставка на початково-кінцеві операції, рухомі операції та утриманню постійних пристроїв *грн*; l_3 – відстань перевезення вантажу залізничним транспортом, км. При $E_{\text{пк}} = 15,73 \text{ коп./т}$, $E_{\text{рух}} = 0,322 \text{ коп./т}$, $E_{\text{пп}} = 0,020 \times l_3 + 3,6, \text{ коп./т}$.

$$C_3 = 15,73 + 0,322l_3 + 0,020l_3 + 3,6 = 0,342l_3 + 19,33, \text{ коп./т.}$$

При схемі транспортування під'їзний шлях – магістральний залізничний транспорт – автомобільний транспорт кількість перевантажувальних операцій $S = (2 - d)$, де d – частина вантажу, що перевантажується по прямому варіанту. Тоді $C_{\text{п}} = 38(2 - 0,1) = 72,2, \text{ коп./т}$.

Питомі капітальні вкладення в рухомий склад і постійні пристрої визначаються за формулою:

$$C_3^k = K_{\text{пк}} + K_{\text{рух}} \times l_3 + K_{\text{пп}} \times l_3, \text{ грн,}$$

де $K_{\text{пк}}$, $K_{\text{рух}}$, $K_{\text{пп}}$ – відповідно витратні ставки по капітальних вкладеннях початково-кінцевих операціях, рухомих операціях та постійних пристроїв.

$$K_{\text{пк}} = 131,3 \text{ коп./т}; K_{\text{рух}} = 0,873 \text{ коп./ткм}; K_{\text{пп}} = 0,25 \text{ коп./ткм.}$$

$$C_3^k = 131,3 + 0,873l_3 + 0,25l_3 = 1,123l_3 + 131,3, \text{ коп./т.}$$

Виходячи із питомої вартості вантажної ваги, визначаємо вартість вантажної ваги за формулою:

$$K_{\text{ван}j} = \frac{100Ц_j}{24 \times 365 v_{\text{ван}}},$$

де $Ц$ – ціна 1 тонни вантажу; l_j – відстань перевезення j -тим видом транспорту; $v_{\text{ван}}$ – середня швидкість доставки вантажу.

$$v_{\text{ван}} = \frac{l_3}{t_{\text{пв}} + t_{\text{м}} + t_{\text{пер}} \times S}, \text{ км/год.},$$

де $t_{\text{пв}}$ – час на підвіз вантажу до станції по під'їзному шляху; $t_{\text{м}}$ – час руху вантажу по магістральній залізній дорозі $t_{\text{м}} = l_3 \times v_{\text{діл}}$; $t_{\text{пер}}$ – час на перевалку вантажу.

Підставимо числові значення:

$$v_{\text{ван}} = \frac{62 + 4,7}{8 + (62 + 4,7) \div 22 + 6 \times 2} = 2,9 \text{ км/год.}$$

$$K_3^{\text{ван}} = \frac{100 \times 180 \times 3 \times 0,3}{24 \times 365 \times 2,9} = 0,71 t_3.$$

Питомі приведені витрати при використанні для перевезення залізничного і автомобільного транспорту:

$$C_3 = 0,342 l_3 + 19,33 + 72,2 + 1,123 l_3 + 131,3 + 0,71 l_3 + 3,446 l_a + 24,76 = 2,175 l_3 + 3,446 l_a + 247,59 \text{ (коп/т)}.$$

Приведені витрати

$$E_a = C_a \times Q = (3,446 \times 72 + 24,76) 80000 \times 10^{-2} = 218830 \text{ грн.}$$

$$E_3 = C_3 \times Q = [2,175(62 + 4,7) + 3,446 \times 4 + 247,59] \times 80000 \times 10^{-2} = 325160 \text{ грн.}$$

Ефект від передачі перевезень комбікорму з залізничної дороги на автомобільний транспорт складе близько 160000 грн.

Критична відстань перевезення, при якій передача вантажу з залізничної дороги на автотранспорт недоцільна, можна визначити із виразу

$$3,446 l_{\text{кр}} + 24,760 = 2,175 l_{\text{кр}} + 3,446 l_a + 247,59.$$

Прийнявши $l_a = 4$ км, знаходимо, що $l_{\text{кр}} = 186$ км.

Контрольні тестові запитання.

1. Яке з питань вирішують планово-економічні методи при здійсненні координації різних видів транспорту:

- 1) побудови балансів обсягів виробництва для визначення обсягів перевезень
- 2) створення органів координації і визначення їхніх функцій
- 3) централізація керування перевізними операціями
- 4) створення системи збору й обробки інформації

5) єдине правове регулювання взаємин клієнтури і транспортних підприємств

2. Погодження при взаємодії різних видів транспорту, вироблене та встановлене спільно декількома сторонами це:

- 1) планування
- 2) координація
- 3) управління
- 4) технологія
- 5) проектування

3. Координація, що здійснюється при проектуванні розвитку окремих транспортних напрямків, їх пропускну і провізної здатності, переробної можливості транспортних вузлів і рухомого складу – це:

- 1) планово-економічна координація перевізного процесу
- 2) технічна координація
- 3) технологічна координація
- 4) організаційна координація
- 5) правова координація

4. Який елемент не відноситься до вибору виду транспорту пасажиром:

- 1) зручності й комфорт поїздки
- 2) швидкість руху
- 3) час доставки до місця призначення
- 4) пасажиромісткість транспортного засобу
- 5) інтервал і частота руху

5. Координація планування роботи видів транспорту при пасажирських перевезеннях, єдина організація руху й комплексне керування рухом значно впливає на:

- 1) пасажиромісткість транспортних засобів
- 2) зручності і комфорт поїздки
- 3) покращення якості обслуговування пасажирів
- 4) інтервал руху транспортних засобів
- 5) частоту руху транспортних засобів

Практична робота №11. Оптимальний розподіл перевезень в транспортних вузлах

Мета роботи: Розглянути методи варіантів обслуговування причалів і споживачів автотранспортом, при яких пробіг автомобілів буде мінімальним а план перевезень буде виконаний.

Зміст роботи: використовуючи теоретичні обґрунтування скласти плану перевезень методом «найменшої вартості» та методом потенціалів.

Теоретичне обґрунтування

Для побудови оптимального плану обслуговування причалів необхідно визначити мінімум функції

$$L = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^8 l_{ij} X_{ij}$$

при наступних обмеженнях: $X_{ij} \geq 0$ – кількість вантажу не може бути від’ємною;

$$\sum_{i=1}^2 X_{ij} = Q_j,$$

де Q_j – загальна кількість вантажу, що надходить в j -тий район міста;

$$\sum_{j=1}^8 X_{ij} = Q_i,$$

де Q_i – загальна кількість вантажу, що відправляється із пункту i .

ЗАДАЧІ

Задача 1

В транспортному вузлі (рис. 11.1) існує 2 причали A_1 і A_2 для перевалки піску відповідно (див. вихідні дані, табл. 12.1, графа 2) тис. m і (див. вихідні дані, табл. 11.1, графа 3) тис. m .

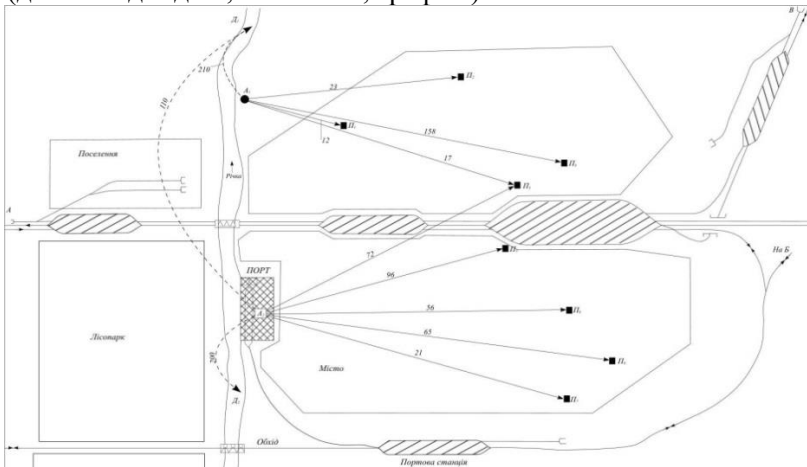


Рис. 11.1. Схема транспортного вузла

Пісок доставляється автотранспортом в 8 районів міста $\Pi_1 - \Pi_8$, потреба кожного із яких в піску складає 12, 23, 89, 158, 96, 56, 21, 65 тис. т. Вартість завантаження піску в автомобілі на обох причалах однакова. Приведені відстані перевезень l_{ij} (км) від i -того причалу до j -того району наведені в табл. 11.2.

Таблиця 11.1

Вихідні дані до задачі 1

№ варіанту	Обсяг перевалки піску в транспортному вузлі на причалі A_1 , тис. т	Обсяг перевалки піску в транспортному вузлі на причалі A_2 , тис. т
1	2	3
1	201	321
2	202	322
3	203	323
4	204	324
5	205	325
6	205	326
7	206	327
8	207	328
9	208	329
10	209	330
11	210	331
12	211	332
13	212	333
14	213	334
15	214	335
16	215	336
17	216	337
18	217	338
19	218	339
20	219	340
21	220	341
22	221	342
23	222	343
24	223	344
25	224	345

Таблиця 11.2

Причал	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈
A ₁	3,0	6,6	9,4	10,2	12,2	16,6	18,8	17,3
A ₂	14,2	16,9	10,5	12,6	8,9	9,5	8,6	9,7

Визначити оптимальний варіант обслуговування причалів і споживачів автотранспортом, при якому пробіг автомобілів буде мінімальним і буде виконаний план перевезень.

Приклад розрахунку 1

Розв'язок задачі починається із занесення в спеціальну таблицю умов задачі і обмежень, які необхідно прийняти при її вирішенні (табл. 12.3).

Таблиця 11.3

Причал	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	Q _i
A ₁	3,0 12	6,6 23	9,4 89	10,2 76	12,2 -	16,6 -	18,8 -	17,3 -	200
A ₂	14,2 -	16,9 -	10,5 -	12,6 82	8,9 96	9,5 56	8,6 21	9,7 65	320
Q _j	12	23	89	158	96	56	21	65	520

Початковий план складемо методом «найменшої вартості». Аналізуючи табл. 11.3, відзначаємо, що найменша відстань перевезення $l_{ij} = 3$ відповідає перевезенню вантажу з першого причалу в перший район. Розміщуємо в клітинці 11 максимально можливий об'єм перевезення піску – 12, а стовпчик П₁ із подальшого розгляду виключаємо. В частині таблиці 11.3, що залишилася найменше значення $l_{ij} = 6,6$. В клітинку 12 розміщуємо також максимально можливий об'єм перевезень – 23. Стовпчик П₂ виключаємо із подальшого розгляду. Аналогічно заповнюємо частину таблиці, що залишилася.

Складений таким чином початковий план покращують методом потенціалів. Для рядочка, що містить максимальне значення l_{ij} , присвоюють потенціал 0, для того, щоб всі інші потенціали були позитивні (табл. 11.4).

Таблиця 11.4

Причал	Потенціал u_i	Райони міста з відповідним потенціалом v_j								Q _i
		П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	
A ₁	2,4	3,4 3,0 12	9,0 6,6 23	11,8 9,4 89 ²	12,6 10,2 76 ³	8,9 12,2 -	9,5 16,6 -	8,6 18,8 -	9,7 17,3 -	- 200
A ₂	0	14,2 -	16,9 -	10,5 -	12,6 82 ⁴	8,9 96	9,5 56	8,6 21	9,7 65	- 320
Q _j	-	12	23	89	158	96	56	21	65	520

Для зайнятої клітинки ($X_{ij} > 0$) повинна виконуватись рівність $v_j - u_i = l_{ij}$.

Для вільних клітинок ($x_{ij} = 0$) перевіряється дотримання умови $\Delta_{ij} = v_j - u_i \leq l_{ij}$.

Умова виконується для

$$\Delta_{15} = 8,9 - 2,4 = 6,5 < 12,2; \Delta_{16} = 9,5 - 2,4 = 7,1 < 16,6;$$

$$\Delta_{17} = 8,6 - 2,4 = 6,2 < 18,8; \Delta_{18} = 9,7 - 2,4 = 7,3 < 17,3; \Delta_{21} = 3,4 - 0 = 3,4 < 14,2;$$

$$\Delta_{22} = 9,0 - 0 = 9,0 < 16,9.$$

Для $\Delta_{23} = 11,8 - 0 = 11,8 > 10,5$ – умова порушується. Має місце одне порушення в клітинці 23. Для його уникнення будується замкнений контур. Одна з вершин контуру знаходиться в вільній клітинці з порушенням умови оптимальності, а інші в базисних клітинках (тобто зайнятих) 13, 14, 24. Вершини цього контуру нумерують, починаючи з вершини, що знаходиться в незайнятій клітинці.

Зміни в табл. 11.4 проходять при зменшенні об'ємів перевалки піску в парних клітинках і збільшенні в непарних за найменшу величину, що знаходиться в парних клітинках. В парних клітинках контуру знаходяться числа 89 і 82. Відповідно об'єми перевалки в непарних клітинках можуть бути збільшені на 82 тис. т. Оптимальний план обслуговування причалів автомобільним транспортом наведений в табл. 11.5.

Таблица 11.5

Причал	Потенціал u_i	Райони міста з відповідним потенціалом v_i								Q_i
		Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	Π_6	Π_7	Π_8	
		4,1	7,7	10,5	11,3	8,9	9,5	8,6	9,7	
A_1	1,1	3,0	6,6	9,4	10,2	12,2	16,6	18,8	17,3	-
		12	23	7	158	-	-	-	-	200
A_2	0	14,2	16,9	10,5	12,6	8,9	9,5	8,6	9,7	-
		-	-	82	-	96	56	21	65	320
Q_j	-	12	23	89	158	96	56	21	65	520

Для нового плану перераховуються потенціали і перевіряється виконання умови оптимальності для вільних клітинок. Перевірка показує, що порушення умови оптимальності немає, і тому отриманий план є найбільш оптимальним. Відповідно до цього плану перевалку вантажу на автотранспорт для районів Π_1, Π_2, Π_4 – необхідно виконувати на причалі A_1 , для районів $\Pi_5 - \Pi_8$ на причалі A_2 . Район Π_3 необхідно забезпечувати піском з двох причалів. При такому

варіанті взаємодії автомобільного і річкового транспорту пробіг автомобілів буде мінімальним

$$L = 12 \times 3 + 23 \times 6,6 + 7 \times 9,4 + 158 \times 10,2 + 82 \times 10,5 + 96 \times 8,9 + 56 \times 9,5 + 21 \times 8,6 + 65 \times 9,7 = 4923,3 \text{ тис. ткм.}$$

План, який був складений методом «найменшої вартості», забезпечує об'єм роботи

$$L' = 12 \times 3,0 + 23 \times 6,6 + 89 \times 9,4 + 76 \times 10,2 + 82 \times 12,6 + 96 \times 8,9 + 56 \times 9,5 + 21 \times 8,6 + 65 \times 9,7 = 4949,9 \text{ тис. ткм.}$$

Таким чином, оптимальний режим взаємодії дозволяє зменшити об'єм роботи автотранспорту на

$$\Delta L = L' - L = 4949,9 - 4923,3 = 26,6 \text{ тис. ткм.}$$

Контрольні тестові запитання.

1. Моделі функціонування транспортних вузлів, які являють собою рівняння або системи рівнянь, що достатньо добре описують об'єкти і процеси, що розглядаються називаються:

- 1) статистичні
- 2) аналітичні
- 3) мережеві
- 4) описові
- 5) оптимізаційні

2. При контролі рухомого складу під дистанційним діагностуванням розуміють:

- 1) будь-яке достовірне виявлення технічного стану елемента рухомого складу
- 2) швидкість руху транспортного засобу
- 3) витрати рухомого складу на маршруті
- 4) вантажопід'ємність транспортного засобу
- 5) будь-яке достовірне виявлення зміни собівартості перевезень на маршруті

3. У разі перевезення небезпечних вантажів крім основних документів, обов'язковими документами для автомобільного перевізника також є:

- 1) свідоцтво про допущення транспортного засобу до перевезення певних небезпечних вантажів
- 2) свідоцтво про підготовку водіїв транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі
- 3) ліцензія на надання відповідних послуг
- 4) письмові інструкції на випадок аварії або надзвичайної ситуації

5) паспорт громадянина України

4. Який документ не потрібний при здійсненні внутрішнього перевезення вантажів для водія:

1) посвідчення водія відповідної категорії

2) реєстраційні документи на транспортний засіб

3) товарно-транспортна накладна або інший визначений законодавством документ на вантаж

4) талон про проходження державного технічного огляду

5) паспорт громадянина України

5. Що не відноситься до функцій контролю за здійсненням міжнародних автомобільних перевезень пасажирів і вантажів автомобільним транспортом:

1) контроль за витратою палива на транспортних засобах

2) перевірка транспортно-експедиторської документації та ліцензій на здійснення міжнародних перевезень пасажирів і небезпечних вантажів автомобільним транспортом

3) перевірка вагових і габаритних параметрів транспортних засобів

4) контроль та нагляд за дотриманням правил перевезення небезпечних вантажів

5) облік автомобільних транспортних засобів, що здійснюють міжнародні перевезення пасажирів і вантажів

Практична робота №12. Оптимізація черговості обробки транспортних засобів в пунктах взаємодії

Мета роботи: навчитися планувати оптимальний варіант обробки транспортних засобів на навантажувально-розвантажувальному пості.

Зміст роботи: виконати розрахунок та запропонувати оптимальну черговість обробки транспортних засобів різних видів транспорту при одночасному їх прибутті на вантажному пості.

Теоретичне обґрунтування

Методи розв'язку оптимізаційних задач при взаємодії різних видів транспорту досить складні. Але, враховуючи різні фактори оперативного управління взаємодією різних видів транспорту, їх можна розділити на три основні види:

1) задачі впорядкованого обслуговування рухомого складу різних видів транспорту;

2) задачі розподілу рухомого складу, навантажувально-розвантажувальних механізмів та інших ресурсів;

3) задачі планування завезення-вивезення вантажів з пунктів взаємодії і обслуговування замовників.

Залежно від вихідних даних в процесі дослідження можуть використовуватись моделі детерміновані, частково ймовірнісні, невизначені.

Оптимальна черговість по мінімальних витратах, пов'язаних з простоем рухомого складу при одночасному прибутті транспортних одиниць, і детермінованому терміну вантажних операцій визначається із умови:

$$E_{чек} = \sum_{j=1}^k c_i t_{чекi \rightarrow min}.$$

Розрахунок критеріїв пріоритету проводиться за формулою

$$\frac{c_i}{t_i} > \frac{c_{i+1}}{t_{i+1}}, \text{ відношення } \frac{c_i}{t_i} = k_i,$$

де C_i – вартість однієї години простою i -тої транспортної одиниці; t_i – термін обслуговування i -тої транспортної одиниці.

Дана умова справедлива для пуассонівського вхідного потоку і випадкового розподілу часу обслуговування, а також для абсолютних пріоритетів, якщо дотримується додаткова нерівність:

$$\frac{2C_{п}\sigma^2(t_{п})}{t_{п}} < \frac{C_{а}}{t_{а}}$$

На режим взаємодії різних видів транспорту великий вплив має процес завезення вивезення вантажів на пункти взаємодії.

ЗАДАЧІ

Задача 1

Визначити варіант черги обробки транспортних засобів в порту, при якому витрати від простою будуть мінімальні. Вихідні дані наведені в табл. 12.1.

Таблиця 12.1

Назва транспортних засобів	Вид вантажної операції	Вартість 1 години простою транспортної одиниці, грн	Термін обробки, год.
Подача із 10 вагонів	Розвантаження на склад	3+n	4,2+n
Автомобіль	Навантаження зі складу	1,2+n	0,16+n
Баржа	Навантаження зі складу	3,6+n	8,2+n
Вантажний теплохід	Навантаження зі складу	15,8+n	16,4+n

Приклад розрахунку 1

Впорядкована послідовність обслуговування транспортних засобів в пункті взаємодії наведена в табл. 13.2.

Таблиця 13.2

Назва транспортних засобів	Коефіцієнт k_i	Критерій пріоритету	Термін простою, год.	Витрати за час простою, грн
Подача із 10-ти вагонів	0,71	3	$16,56 + 4,2 = 20,76$	$3 \cdot 20,76 = 62,28$
Автомобіль	7,5	1	0,16	$1,2 \cdot 0,16 = 0,192$
Баржа	0,44	4	$20,76 + 8,2 = 28,96$	$3,6 \cdot 28,96 = 104,256$
Вантажний тепловід	0,96	2	$0,16 + 16,40 = 16,56$	$15,8 \cdot 16,56 = 261,648$

При оптимальній черговості обробки витрати, пов'язані з простоєм рухомого складу, будуть дорівнювати:

$$E_{чек} = 0,19 + 261,65 + 62,28 + 104,26 \approx 428 \text{ грн.}$$

Якщо порушити оптимальну черговість, наприклад, першими розвантажувати вагони, потім автомобіль, вантажний тепловід і баржу, то

$$E_{чек} = 3 \cdot 4,20 + 1,2 \cdot 4,36 + 15,8 \cdot 20,76 + 3,6 \cdot 28,96 \approx 450 \text{ грн.}$$

Приведені витрати зросли на $\Delta E = 450 - 428 = 22$ грн.

Найгірша черговість обробки транспортних засобів буде: баржа – подача вагонів – тепловід – автомобіль. Витрати в цьому випадку складуть:

$$E_{чер} = 3,6 \cdot 8,2 + 3 \cdot 12,4 + 15,8 \cdot 28,8 + 1,2 \cdot 28,96 = 557 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення витрат по відношенню до оптимальних складе

$$\Delta = (557 - 428) : 428 \cdot 100 = 30\% .$$

Графік залежності сумарних витрат від черговості обробки транспортних засобів в порту показано на рис. 13.1.

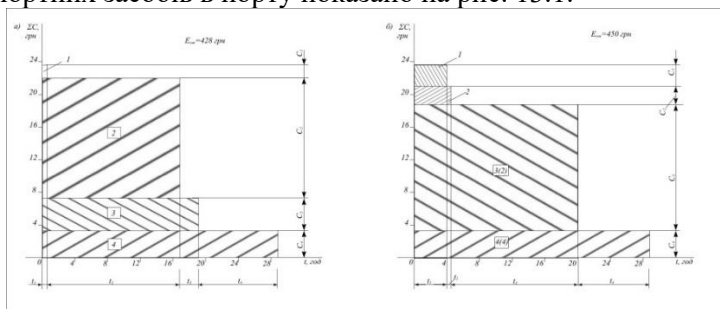


Рис. 13.1. Графік залежності сумарних витрат від черговості обробки транспортних засобів:

а) оптимальний варіант; б) при порушенні оптимальної черги обробки

Задача 2

На вантажному пункті розвантажують подачу із 5-ти вагонів. Час фактичної обробки вагонів, що знаходяться на вантажному фронті, до моменту прибуття автомобіля складає 3,9 години. Загальний час вантажної операції з подачею вагонів $4,8+n$ год., а з автомобілем $0,6+n$ год. Приведена вартість простою автомобіля складає $1,8+n$ грн/год., а подачі вагонів – $3,5+n$ грн/год. (одного вагону $0,7$ грн/год.). Чи доцільно залишити обробку вагонів і здійснити розвантаження автотранспорту, а потім завершити обробку подачі вагонів?

Примітка: n – порядковий номер студента в журналі групи, для першого варіанту $n=0,1$; другого $n=0,2$; третього $n=0,3$ і т.д.

Приклад розрахунку 2

В загальному вигляді доцільність зупинки обслуговування транспортної одиниці з пріоритетом більш низького класу визначається нерівністю

$$\frac{C_a}{t_a+t_d} > \frac{C_0+C_d}{t_0-t_\phi},$$

де C_a, C_0 – відповідно вартість простою 1 год. автомобіля і 1 год. вагона, грн; t_a, t_0 – відповідно час обслуговування автомобіля і вагона, год.; C_d – додаткові фінансові затрати, що виникають внаслідок перестановки транспортних одиниць і простоем НРМ та персоналу, що їх обслуговує, грн; t_d – додаткові затрати часу на перестановку транспортних одиниць, год.; t_ϕ – час фактичної обробки вагонів до прибуття автомобілів, год.

Якщо дана нерівність виконується, то обробку транспортної одиниці (вагонів) необхідно зупинити, якщо ні, то закінчувати. Для умови даного прикладу, якщо $C_d=0$ і $t_d=0$, отримаємо:

$$\frac{1,8}{0,6+0} < \frac{3,5}{4,8-3,9} = 3 < 3,9.$$

Таким чином, необхідно продовжити розвантаження вагонів і після цього приступити до розвантаження автомобіля.

Найменший час фактичної обробки транспортної одиниці з пріоритетом більш низького класу, після якого переривати обслуговування недоцільно, знайдемо за формулою:

$$t_\phi = \min_0 \frac{(C_0+C_d)(t_a+t_d)}{C_a}.$$

Для даного прикладу: $t_{\phi}^{\min} = 4,8 - \frac{3,5 \cdot 0,6}{1,8} = 3,63 \text{ год.}$

Задача 3

На розвантаженні в порту знаходиться баржа. З моменту початку розвантаження минуло 2,6 год. Загальний час розвантаження баржі 5,2 години. Додаткові затрати часу на перестановку баржі 0,4 год. В порт прибув вантажний теплохід і подача із 10 вагонів. Інші вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 3.1. Необхідно визначити раціональну чергу обробки транспортних засобів в порту.

Таблиця 13.3

Назва транспортних засобів, що знаходяться в порту	Вартість 1 години простою транспортної одиниці, грн	Термін обробки, год.	Додаткові затрати часу, викликані перестановкою транспортних засобів, год.
Баржа	3,8+n	5,2+n	0,8
Вантажний теплохід	16,3+n	8,1+n	-
Подача вагонів	5,4+n	3,6+n	-

Примітка: n – порядковий номер студента в журналі викладача, для першого варіанту $n=0,1$; другого $n=0,2$; третього $n=0,3$ і т.д.

Приклад розрахунку 3

Знаходимо коефіцієнт K_i : $K_i = \frac{C_i}{t_i}$, $K_B = \frac{3,8}{5,2} = 0,73$; $K_T = \frac{16,3}{8,1} = 2,01$;

$$K_{II} = \frac{5,4}{3,6} = 1,5.$$

Значення коефіцієнта теплоходу що прибув і подачі вагонів більші, ніж у баржі, яка стоїть під розвантаженням. Тому необхідно перевірити доцільність перерви в обслуговуванні баржі і постановки під розвантаження транспортної одиниці з більш високим пріоритетом. В даному випадку максимальний пріоритет має вантажний теплохід.

В загальному вигляді доцільність призупинки обслуговування транспортної одиниці з пріоритетом більш низького класу визначається нерівністю

$$\frac{C_{II}}{t_{II}+t_D} > \frac{C_0+C_D}{t_0-t_{\phi}},$$

де C_{II}, C_0 – вартість 1 години простою відповідно транспортної одиниці, яка прибула і що знаходиться під обробкою, грн; t_{II}, t_0 – термін обслуговування відповідно транспортної одиниці, яка прибула і що знаходиться під обробкою, год.; C_D – додаткові фінансові затрати, що виникають внаслідок перестановки транспортних одиниць і простоем НРМ та персоналу, що їх обслуговує, грн; t_D – додаткові затрати часу на перестановку транспортних одиниць, год.

Використовуючи дану формулу, знайдемо:

$$\frac{16,3}{8,1+0,4} > \frac{3,8+0,8}{5,2-2,6} = 1,92 > 1,77.$$

Дана нерівність виконується, отже обробку транспортної одиниці, що знаходиться під вантажними операціями, необхідно призупинити і подати під вантажні операції вантажний теплохід.

Після розвантаження теплохода є можливість приступити до розвантаження вантажів із вагонів. Коефіцієнт K_i для баржі (частина вантажу, що залишилася) і подачі вагонів відповідно дорівнює

$$K_{\sigma} = \frac{3,8}{5,2-2,6} = 1,46; K_n = 1,5.$$

Враховуючи, що $K_n > K_{\sigma}$, на обробку потрібно подати спочатку подачу із 10 вагонів, а потім закінчити розвантаження баржі.

Таким чином, оптимальна черга обробки транспортних одиниць в порту передбачає наступну послідовність операцій: розвантаження баржі протягом 2,6 год.; перестановка баржі і подача до причалу вантажного теплохода; обробка теплохода; розвантаження вагонів; подача баржі до причалу і закінчення вантажних операцій.

Контрольні тестові запитання.

1. Контейнери, які призначені в основному для перевезення тарно-штучних або генеральних вантажів називають:

- 1) універсальні
- 2) спеціальні
- 3) прості
- 4) складні
- 4) загальні

2. Плоска транспортна структура, зроблена з дерева або пластмаси, призначена для переміщення різноманітних товарів зручним способом, бо може бути знята будь-яким пересувним вантажопідйомним пристроєм називається:

- 1) контейнер
- 2) модуль
- 3) причіп
- 4) піддон
- 5) вагон

3. Місце, в якому самостійні суб'єкти господарювання здійснюють роботи та надають послуги з обслуговування вантажів для їх подальшого транспортування, зберігання або видачі називають:

- 1) пакетний транспортний термінал

- 2) контейнерний транспортний термінал
- 3) вантажний транспортний термінал
- 4) прямий транспортний термінал
- 5) спеціальний транспортний термінал

4. Сукупність терміналів, що об'єднані системою технологічних, технічних, інформаційних, правових та економічних стосунків, які забезпечують перевезення вантажів називають:

- 1) фідерна система
- 2) контейнерна система
- 3) пакетна система
- 4) термінальна система
- 5) пряма система

5. За спеціалізацією термінали класифікуються на:

- 1) міжвидові, внутрішньовидові
- 2) вантажні, пасажирські, змішані
- 3) змішані, спеціалізовані
- 4) збірні, розвізні, перевантажувальні, сортувальні
- 5) технічного обслуговування транспорту, відпочинку екіпажів транспортних засобів, передрейсового обслуговування вантажів та пасажирів

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Крячко К. В., Кулешов В. В., Берестова Т. Т. Взаємодія видів транспорту : конспект лекцій. Харків : УкрДАЗТ, 2010. Ч.1. 100 с.
2. Коцюк О. Я. Взаємодія видів транспорту : навч. посібник. К. : УТУ, 1999. 107 с.
3. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень / Ю. О. Давідіч. Х. : ХНАМГ, 2010. 412 с.