

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя**

Кафедра транспортних технологій

ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт

для студентів ОКР «Бакалавр»
спеціальності 6.070101 "Транспортні технології (автомобільний
транспорт)"

7 семестр

УДК 656.02
ББК 65.29

Укладачі:

О.П. Цьонь, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри транспортних технологій

В.О. Дзюра, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій

Ю.Я. Вовк, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій

І.П. Вовк, кандидат економічних наук, асистент кафедри менеджменту інноваційної діяльності та підприємництва

Рецензент

О.Л. Ляшук, д.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри транспортних технологій, протокол № 1 від 01.09.2016р.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій, протокол № 1 від 29.08.2016р.

Цьонь О.П. Взаємодія видів транспорту: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів ОКР «Бакалавр» спеціальності 6.070101 "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" / О.П. Цьонь, В.О. Дзюра, Ю.Я. Вовк, І.П. Вовк. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016.
– 36 с.

УДК 656.02
ББК 65.29

© Цьонь О.П., Дзюра В.О., Вовк Ю.Я., Вовк І.П., 2016

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ (7 семестр)

Зміст

Тема 1. Пропускна спроможність елементів транспортної мережі

Тема 2. Організація роботи накопичувальних систем

Тема 3. Перевалка вантажів та розподілення перевезень між видами транспорту

Тема 4. Оптимізація черги обробки транспортних засобів

Тема 5. Оптимізація процесів обслуговування транспортних потоків в транспортних вузлах

Тема 6. Раціоналізація схем доставки вантажів, розподілення вантажів та розподілення перевезень між видами транспорту

Список літератури

Додаток 1

ВСТУП

Зростання чисельності населення та задоволення його природного прагнення у підвищенні добробуту потребує розвитку суспільного виробництва для більш широкого випуску товарів за обсягом та номенклатурою. Випуск товарів пов'язаний з перевезенням сировини до місць переробки, її переміщенням у процесі виробництва і транспортуванням готової продукції до місць споживання. Об'єкти виробництва та споживання, як правило, розташовані у різних місцях, а потреба у готовій продукції може виникнути негайно або через певний проміжок часу. Тому сфери виробництва та споживання розірвані у просторі і часі. Випуск товарів неможливий без забезпечення виробництва робітниками, доставку яких з місць проживання виконує транспорт. Крім цього, транспорт задовольняє потреби людей на переміщення з освітніми та культурно - побутовими цілями, заклади яких віддалені від місць проживання. Отже, призначення транспорту є надання послуг пов'язаних з переміщенням вантажів та пасажирів у просторі часу.

Для реалізації свого призначення транспорт має розвинену інфраструктуру, яка складається з специфічних інфраструктур окремих видів транспорту. При цьому кожний вид транспорту виділяє окремі види сполучень (магістральні, місцеві, тощо), які забезпечуються відповідним рухомим складом і транспортними технологіями. У загальному випадку процес доставки вантажів і пасажирів включає в себе перевезення як з участю різних видів транспорту, так і у межах одного виду транспорту з виконанням різних видів сполучення. Отже, предметом взаємодії видів транспорту є розгляд відносин, які виникають при доставці вантажів і пасажирів різними видами транспорту або різними видами сполучень у межах одного виду транспорту.

Лабораторна робота № 1. ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

Мета роботи – розрахунок пропускної спроможності елементів транспортної мережі

Завдання 1.1.

1. Визначити розрахункову пропускну спроможність двошляхової ділянки залізничної дороги при безперервному проходженні поїздів.

2. Розрахувати середньоквадратичне відхилення тривалості обробки однієї транспортної одиниці.

3. Розрахувати середньоквадратичне відхилення пропускної спроможності ділянки.

4. Визначити практичну пропускну спроможність ділянки залізничної дороги для випадку, коли коливання міжпоїзного інтервалу описуються нормальним законом розподілення.

5. Визначити практичну пропускну спроможність ділянки залізничної дороги для випадку, коли коливання міжпоїзного інтервалу описуються показниковим законом розподілення.

6. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 1.1. наведені в табл. 1.1 та 1.2. Вибір варіанту з табл. 1.1 проводиться за останньою цифрою залікової книжки.

Вказівки до виконання

Визначити розрахункову спроможність ділянки залізничної дороги за формулою

$$\bar{n}_p = \frac{(1440 - t_{техн}^0) \alpha_n^0}{I_m}, \text{ од./доб.},$$

де $t_{техн}^0$ – тривалість технологічного "вікна" (для ремонту основного шляху), хв;
 α_n^0 – коефіцієнт, який враховує вплив відказів в роботі технічних засобів; I_m – величина міжпоїзного інтервалу, хв.

Якщо тривалість обслуговування однієї транспортної одиниці описується нормальним законом розподілення, а розрахунковий період часу, який використовується для обслуговування транспортних одиниць – детермінована величина, то практична пропускну спроможність ділянки визначається за формулою

$$n = \bar{n}_p - t_\beta \sigma_n, \text{ од./доб.},$$

де t_β – чисельне значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального розподілення (приймати 1,96 для рівня довірчої ймовірності $P = 0,95$); σ_n – середньоквадратичне відхилення пропускної спроможності ділянки, од./доб.

Таблиця 1.1

Вихідні данні

Найменування показника	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Величина міжпоїзного інтервалу в пакеті, хв..	17	18	26	29	10	28	17	19	16	25
2. Тривалість технологічного «вікна», хв..	90	120	100	105	110	95	120	90	110	120
3. Вид тяги	Т	Е	Т	Е	Е	Т	Е	Т	Е	Т
4. Засоби зв'язку	А	П	Д	А	Д	А	Д	П	П	Д
5. Коефіцієнт варіації міжпоїзного інтервалу	0,15	0,2	0,15	0,22	0,25	0,18	0,17	0,2	0,18	0,15
6. Кількість пар пасажирських поїздів	9	10	15	8	10	6	7	14	12	15

Примітка. Вид тяги. Е – електрична; Т – тепловозна. Засоби зв'язку. П – напівавтоматичне блокування; А – автоматичне блокування; Д – диспетчерська централізація з двохшляховими вставками.

$$\sigma_n = \frac{\sigma(\sqrt{4T_p I_m + 9\sigma^2} - 3\sigma)}{2I_m^2}, \text{ од./доб.},$$

де σ – середньоквадратичне відхилення тривалості обробки транспортної одиниці, хв.; T_p – розрахунковий період часу обслуговування транспортних одиниць (приймати 24 год.), хв.

$$\sigma = k_g I_m, \text{ хв.},$$

де k_g – коефіцієнт варіації міжпоїзного інтервалу.

Таблиця 1.2

Значення коефіцієнта α_n^0

Засоби зв'язку	Величина міжпоїзного інтервалу, хв.	Значення α_n^0 в залежності від числа пасажирських		
		≤ 5	6-11	≥ 11
Напівавтоматичне блокування	≥ 48	0,97	0,98	0,99
	41 – 47	0,96	0,97	0,98
	≤ 40	0,94	0,96	0,97

Продовження таблиці 1.2

Автоматична або диспетчерська централізація	≥ 31	0,93	0,94	0,96
	26 – 30	0,91	0,92	0,95
	≤ 25	0,90	0,91	0,93
Диспетчерська централізація з двохшляховими вставками	≥ 20	0,92	0,94	0,95
	≤ 19	0,91	0,93	0,94

Примітка: Значення α^0 для ділянок з тепловозною тягою зменшують на 0,03.

Якщо тривалість обслуговування однієї транспортної одиниці \bar{t} описується показовим законом розподілення, ймовірність того, що значення пропускної спроможності буде менш \bar{n}_p , складе

$$\bar{P}(n < n_p) = \sum_{k=0}^{n_p-1} \frac{(T_p / \bar{t})^k}{k!} e^{-T_p / \bar{t}}$$

рівень довірчої ймовірності $\bar{P}(n < n_p)$ для даних розрахунків приймати рівним 0,05.

Завдання 1.2.

1. Визначити відстань, яку проходить автомобіль за час реакції водія.
2. Розрахувати довжину ділянки дороги, яка припадає на один автомобіль.
3. Визначити інтервал часу між попутно прямуючими автомобілями.
4. Встановити теоретичну пропускну спроможність автомобільної дороги.

5. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 1.2. обираються з табл. 1.3, 1.5 (завдання 1.3). Вибір варіанту з табл. 1.5 проводиться за останньою цифрою залікової книжки.

Вказівки до виконання

Визначається теоретична пропускна спроможність автомобільної дороги за формулою

$$П_T = \frac{3600}{I_A}, \text{ од./год.},$$

де I_A – інтервал між попутно прямуючими автомобілями, с.

Таблиця 1.3

Значення швидкостей руху автомобілів за категоріями доріг

Категорія дороги	Розрахункова швидкість, км/год.	
	основні	на важких ділянках
I	150	120/80*
II	120	100/60
III	100	80/50
IV	80	60/40
V	60	40/30

Примітка: в чисельнику – для пересічної місцевості, в знаменнику – для гірської.

$$I_A = \frac{3,6L_\partial}{V_{\max}}, \text{ с},$$

де L_∂ – довжина ділянки дороги, яка припадає на один автомобіль, м; V_{\max} – розрахункова (максимально допустима на дорозі швидкість руху автомобілів, км/год.

$$L_\partial = l_p + l_m + l_\sigma + l_a, \text{ м},$$

де l_p – відстань, яку проходить автомобіль за час реакції водія, м; l_m – різниця гальмового шляху заднього та переднього автомобілів, м; l_σ – інтервал безпеки, м; l_a – габаритна довжина автомобіля, м.

$$l_p = \frac{V_{\max} t_p}{3,6}, \text{ м},$$

де t_p – час реакції водія (в нормальних умовах роботи $t_p = 1$), с.

В даній роботі потрібно умовно прийняти $l_a = 5$ м; $l_\sigma = 5$ м та $l_m = 0$, тому що технічний стан та режим гальмування заднього та переднього автомобілів однакові.

Завдання 1.3.

1. Визначити значення часткових коефіцієнтів ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{15}$), які враховують вплив технологічних елементів дороги на її пропускну спроможність.

2. Розрахувати практичну пропускну спроможність ділянок двосмугової автомобільної дороги.

3. Визначити результуючу пропускну спроможність автомобільної дороги.

4. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 1.3 наведені в табл. 1.4, 1.5. Вибір варіанту з таблиці 1.5 здійснюється за останньою цифрою залікової книжки.

Таблиця 1.4

Параметри ділянок дороги

Параметри дороги	Ділянки дороги		
	А – Б	Б – В	В – Г
1. Ширина смуги руху, м	3,75	3,5	3,75
2. Ширина обочини, м	3,75	3,0	3,75
3. Відстань від кромки проїзної частини до бокових перешкод, м	2,5	2,0	2,0
4. Повздовжній схил, %	0	20	10
5. Довжина підйому, м	0	200	300
6. Відстані видимості, м	350	250	350
7. Радіус кривих в плані, м	700	500	600
8. Обмеження швидкості шляховими знаками, км/год.	60	45	50

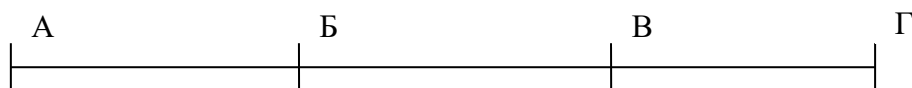


Рис. 1.1. – Схема ділянки дороги

Вказівки до виконання

Відповідно до схеми ділянок дороги (рис. 1.1) та параметрів технологічних елементів дороги (табл. 1.4, табл. 1.5) необхідно визначити значення часткових коефіцієнтів, які враховують вплив технологічних елементів дороги на її пропускну спроможність на кожній ділянці (Додаток 1).

Таблиця 1.5

Вибір варіанту

Найменування показника	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Категорія дороги	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
2. Покриття дороги	АБ	Б	Г	Б	АЦ	Б	АЦ	АБ	Г	АЦ
3. Розмітка дороги	О	К+О	-	Д	О	О	Д+П	К+О	-	К+О
4. Спеціальні смуги в'їзду та виїзду	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-

Продовження таблиці 1.5

5. Склад руху:										
- легкові автомобілі	45	50	40	35	48	50	35	40	45	30
- вантажні автомобілі малої та середньої вантажності	40	35	45	45	38	40	40	45	41	56
- автопотяги	5	10	5	15	8	3	10	10	6	8
- автобуси	10	5	10	5	6	7	15	5	8	6

Примітка: Покриття дороги: АБ – асфальтобетонне; АЦ – асфальтоцементне; Б – збірне бетонне; Г – ґрунтова дорога. Розмітка дороги: О – вісьова; Д – двійна вісьова; П – додаткова на підйомах; К+О – крайова та вісьова.

Розрахувати практичну пропускну спроможність смуги руху для кожної ділянки за формулою

$$P_n = P_{\max} \prod_{i=1}^{15} \beta_i$$

де P_{\max} – максимальна пропускну спроможність смуги руху ($P_{\max} = 2000$, легкових авт./год.).

На основі розрахунків для кожної ділянки визначити результуючу пропускну спроможність автомобільної дороги.

Контрольні запитання

1. Назвіть складові єдиної транспортної системи.
2. Вкажіть місце різних видів транспорту в єдиній транспортній системі.
3. Що таке пропускну спроможність елемента транспортної системи?
4. Які елементи єдиної транспортної системи прийнято характеризувати пропускну спроможністю?
5. В чому полягають особливості детермінованого та ймовірностатистичного підходів до визначення пропускну спроможності?
6. Як впливають стохастичні характеристики потоку транспортних засобів і процесу обробки транспортних засобів на пропускну спроможність елемента?

транспортної системи?

7. Від чого залежить пропускна спроможність залізничної дороги?

8. Які нормативні показники характеризують максимальну пропускну спроможність автомобільної дороги?

9. Чим лімітується пропускна спроможність аеропорту, морського порту?

10. Назвіть порядок виконання операцій при зльоті та посадці літака.

11. Як визначити практичну пропускну спроможність злітно-посадкової смуги?

12. Наведіть приклади корелювання тривалості обслуговування транспортної одиниці та величини розрахункового періоду.

13. Які основні передумови розвитку єдиної транспортної системи?

14. Література: [4, 8, 9].

Лабораторна робота № 2. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ НАКОПИЧУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Мета роботи – розрахунок оптимальної величини страхового запасу вантажів на складі

Завдання 2.1

1. Визначити значення коефіцієнта ризику.
2. Розрахувати середньоквадратичне відхилення добових витрат вантажу зі складу.
3. Визначити мінімальні та максимальні витрати вантажу зі складу.
4. Розрахувати оптимальний розмір страхового запасу при нормальному законі розподілення витрат вантажу зі складу.
5. Розрахувати оптимальний розмір страхового запасу при рівномірних витратах вантажу зі складу.
6. Зробити висновки.

Вихідні дані для виконання завдання 2.1. наведені в табл. 2.1, 2.2. Вибір варіанту з табл. 2.1 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 2.2 – за останньою.

Вказівки до виконання

Визначити коефіцієнт ризику за формулою:

$$P_d = \frac{C_1}{C_1 + C_2},$$

де C_1 – витрати на зберігання одиниці продукту на протязі доби, грн./т.; C_2 – витрати, обумовлені відсутністю продукту на протязі доби, грн./т.

Таблиця 2.1

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Витрата на зберігання 1т вантажу на складі, грн./доб.	60	80	50	75	65	70	55	85	60	70
2. Витрати, обумовлені відсутністю 1т вантажу на складі, грн./доб.	250	300	280	240	265	270	290	250	280	295
3. Періодичність постачання вантажу на склад, год.	24	30	24	12	18	18	24	18	12	18

Таблиця 2.2

Розподілення обсягів витрат вантажу зі складу за днями тижня, т

День тижня	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Понеділок	400	200	250	180	310	420	380	250	100	240
Вівторок	150	300	350	270	180	500	480	300	400	220
Середа	250	300	400	380	240	550	360	300	300	360
Четвер	300	320	400	410	200	300	280	450	400	420
П'ятниця	450	350	350	290	290	200	350	250	300	380
Субота	100	200	250	100	180	100	250	190	100	240

Середньоквадратичне відхилення добових витрат зі складу між двома поставками

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (G_i - \bar{G})^2}{n}},$$

де n – загальна кількість спостережень (днів), од; G_i , – значення добових витрат вантажу зі складу в i -й період часу, т; \bar{G} – середнє значення витрат вантажу зі складу за весь період спостережень, т.

Розмір страхового запасу при нормальному розподіленні витрат вантажу зі складу

$$R_c = t_{1-p} \sigma_G, \text{ т,}$$

де t_{1-p} – чисельне значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального закону розподілення, яке відповідає довірчій ймовірності $\beta_d = 1 - P_d$ (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Чисельне значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального закону розподілення

Кількість дослідів	Рівень довірчої ймовірності							
	0,20	0,50	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
6	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
∞	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Розмір страхового запасу при рівномірних витратах вантажу зі складу

$$R_c = (0,5 - P_d)(G_{\max} - G_{\min}), \text{ т,}$$

де G_{\max}, G_{\min} – відповідно максимальні та мінімальні витрати вантажу зі складу за період між двома черговими поставками, т.

Контрольні запитання

1. Які причини створення запасів вантажу на складі?
2. Що таке надмірні та недостатні запаси? Які наслідки їх утворення?
3. Вкажіть місце накопичувальних систем в єдиній транспортній системі.

Перерахуйте їх основні функції.

4. В чому полягають особливості статичних та динамічних задач керування запасами?
 5. Що таке стратегія управління запасами?
 6. Дайте характеристику різних стратегій керування запасами.
 7. Що таке періодичність поповнення запасів?
 8. Для чого необхідний страховий запас?
 9. Що таке оптимальний розмір поставки? Від чого він залежить?

 10. З чого складаються витрати керування запасами?
 11. Що таке коефіцієнт ризику?
 12. Від чого залежить оптимальний розмір страхового запасу?
 13. Що таке розподільчий центр?
- Література: [4, 5, 7].

Лабораторна робота № 3. ПЕРЕВАЛКА ВАНТАЖІВ ЗА ПРЯМИМ ВАРІАНТОМ

Мета роботи – планування безперервного транспортного процесу шляхом організації перевантаження за прямим варіантом.

Завдання 3.1.

1. Розрахувати обсяг вантажу, який поступає на залізничну станцію за час роботи автомобілів.
2. Визначити погодинну щільність потоку подачі вагонів.
3. Визначити долю вантажів, які перевантажуються за прямим варіантом.
4. Визначити обсяг вантажів, які перевантажуються за прямим варіантом.
5. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання приведені в табл. 3.1, 3.2. Вибір варіанту з табл. 3.1 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 3.2 – за останньою.

Вказівки до виконання

Загальний обсяг вантажу, який надходить на залізничну станцію за час роботи автомобілів, можна визначити за формулою

$$Q_n = \frac{Q_{\text{сут}} T_p}{24}, \text{ т,}$$

де $Q_{\text{сут}}$ – добовий обсяг заводу вантажу на станцію, т; T_p – тривалість роботи автомобілів, год.

Таблиця 3.1

Вихідні данні

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Добовий обсяг заводу, т	720	680	910	840	700	750	860	800	970	900
2. Продуктивність НРМ за прямим варіантом, т	25	15	30	18	35	25	20	20	15	20
3. Продуктивність НРМ за варіантом вагон-склад, т	30	25	30	24	15	15	20	30	15	18
4. Продуктивність НРМ за варіантом склад-автомобіль, т	20	30	25	20	15	10	20	15	30	24

Виходячи з добової щільності надання вагонів (λ_g , од./доб.), розрахувати годинну щільність надання вагонів λ'

$$\lambda' = \frac{\lambda_g}{24}, \text{ од./год.}$$

Доля вантажів, які перевантажуються за прямим варіантом (η) за схемою "вагон-автомобіль", визначається в результаті розв'язання рівняння четвертого ступеня

$$a\eta^4 + b\eta^3 + c\eta^2 + d\eta + f = 0,$$

де $a = Q_n^2$,

$$\begin{aligned} b &= Q_n (P_{m-c} + P_{c-m} - 2Q_n - 2P_{m-m}), \text{ т}^2 \\ c &= Q_n (Q_n + 4P_{m-m} - P_{m-c} - P_{c-m}) + (P_{m-m} - P_{m-c})(P_{m-m} - P_{c-m}), \text{ т}^2 \\ d &= P_{m-m} (P_{m-c} + P_{c-m} - 2Q_n + 2P_{m-m} - \frac{P_{m-c}P_{c-m}}{P_m P_0 (1 - P_c) Q_n}), \text{ т}^2 \\ f &= P_{m-m}^2 \end{aligned}$$

де Q_n – обсяг вантажів, які надходять на залізничну станцію за час роботи автомобільного транспорту T_p , т; P_{m-c} – переробна спроможність вантажного фронту за схемою "вагон-склад", т/доб.; P_{c-m} – переробна спроможність вантажного фронту за схемою "склад-автомобіль", т/доб.; P_{m-m} – переробна спроможність вантажного фронту за прямим варіантом, т/доб.

Ймовірність того, що за час T_p надійде хоч би один автомобіль та один вагон

$$P_0 = (1 - e^{-\lambda' T_p}) \cdot (1 - e^{-\lambda' T_p})$$

Переробні спроможності фронтів навантаження-розвантаження за час спільної роботи визначається за формулами:

$$P_{m-m} = P'_{m-m} \cdot T_p,$$

$$P_{m-c} = P'_{m-c} \cdot T_p,$$

$$P_{c-m} = P'_{c-m} \cdot T_p,$$

де P'_{m-m} , P'_{m-c} , P'_{c-m} – переробні спроможності фронтів навантаження-розвантаження, т/год.

Пряма перевалка є найбільш вигідним способом перевалки вантажів, тому необхідно збільшувати частку вантажів, що перевантажуються по прямому варіанту (η). Для цього необхідно добиватися тотожності інтенсивності вантажів, що надходять та тих, що вивозяться. Для визначення частки вантажів, що перевантажуються по прямому варіанту, необхідно задатися рамками (верхньою та нижньою межею), у межах яких буде знаходитись істинне значення частки вантажів, що перевантажуються по прямому варіанту. Нижню та верхню межу діапазону зміни η уточнити за формулою

$$\eta_n = \frac{Q_n \cdot \Pi_{m-m} \cdot \eta_e}{(\Pi_{m-m} + \Pi_{m-c})(\Pi_{m-m} + \Pi_{c-m})},$$

$$\eta_e = (1 - e^{-\lambda' T_p}) \cdot (1 - e^{-\lambda'' T_p}) \cdot (1 - P_c) \cdot P_m$$

де λ' , λ'' - годинні інтенсивності подач вагонів і прибуття автомобілів відповідно, од/год.; T_p - час спільної роботи автомобільного та залізничного транспорту за добу, год.; P_c - ймовірність перевантаження вантажів на склад; P_m - ймовірність безперебійної роботи НРМ.

Те значення η , при якому F відхиляється від нуля на найменшу величину, вважається істинним значенням частки вантажів, що перевантажуються по прямому варіанту.

Значення η визначається з точністю до 0,001.

Таблиця 3.2

Вихідні данні

Найменування показника	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Ймовірність безперебійної роботи НРМ	0,9	0,85	0,95	0,75	0,88	0,92	0,77	0,91	0,79	0,85
2. Ймовірність перерахування перевантаження вантажу	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,08	0,06	0,07	0,05
3. Тривалість роботи автомобілів, год.	12	10,5	9,8	11	11,5	10,8	10	11,6	10,4	11,3
4. Щільність потоку подачі вагонів, од./доб.	3	4	4	3	5	3	4	4	3	5
5. Щільність потоку автомобілів, од./год.	5	6	5	4	7	6	8	6	9	10

Розраховується обсяг вантажів, що перевантажується за прямим варіантом.

$$Q_{m-m} = Q_n \cdot \eta$$

Контрольні запитання

1. Що представляє собою перевалка вантажів за прямим варіантом? В чому переваги вантажів за прямим варіантом в порівнянні з іншими схемами?
2. В чому особливості технології перевантаження за прямим варіантом?
3. Від чого залежить кількість вантажів, які перевантажуються за прямим варіантом?
4. Що таке наскрізна маршрутизація перевезень? При яких умовах вона застосовується?
5. При використанні яких автомобілів – великовантажних або малотоннажних – можна збільшити кількість вантажів, які перевантажуються за прямим варіантом?
6. Які показники роботи транспорту змінюються при організації перевалки вантажів за прямим варіантом?
7. Перерахуйте основні умови, які забезпечують можливість прямої перевалки вантажів.

Література: [4, 5, 7, 8].

Лабораторна робота № 4. ОПТИМІЗАЦІЯ ЧЕРГИ ОБРОБКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Мета роботи – вибір оптимальних варіантів обробки транспортних засобів.

Завдання 4.1.

1. Розрахувати вартість простою подачі вагонів.
2. Визначити доцільність переключення бригади вантажників на розвантаження транспортного засобу, який знов прибув.
3. Зробити висновки.

Вихідні дані для виконання завдання 4.1. наведені в табл. 4.1, 4.2. Вибір варіанта з табл. 4.1 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 4.2 – за останньою.

Вказівки до виконання

Необхідно визначити доцільність переключення бригади вантажників з розвантаження поданих вагонів на розвантаження транспортного засобу (автомобіля), що знов прибув. Спочатку необхідно розрахувати вартість простою транспортних засобів, що обслуговуються в даний момент, виходячи з кількості вагонів в подачі

$$C_0^n = C_{01}^n t_{01} N_g, \text{ грн./год.}$$

де C_{01}^n – вартість простою одного вагону; N_g – кількість вагонів в подачі; t_{01} – простій подачі вагонів під розвантаженням до моменту прибуття автомобіля, год.;

Після цього необхідно перевірити доцільність переключення бригади вантажників на розвантаження транспортного засобу, що знов прибув

$$t_0^{\min} = t_0 - \frac{C_0^n \cdot (t_n + t_d) + C_d}{C_n} \geq t_\phi,$$

де t_0 – повна тривалість обслуговування транспортної одиниці, год.; t_n – повна тривалість обслуговування транспортного засобу, що знов прибув, год.; t_d – додаткові витрати часу на звільнення фронту обслуговування транспортних засобів, год.; C_0^n – вартість простою транспортного засобу, що обслуговується, грн./год.; C_n – вартість простою транспортного засобу, що знов прибув, грн./год.; C_d – додаткові витрати на перестановку транспортних засобів,

грн./год.; t_{ϕ} – фактичний час обслуговування транспортного засобу до моменту прибуття нового транспортного засобу, год.

Таблиця 4.1

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Кількість вагонів в подачі, од	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
2. Вартість простою вагонів, грн./год.	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
3. Вартість простою автомобіля, грн./год.	3	4	5	7	6	8	10	11	7	8
4. Додаткові витрати на прибирання вагону, грн.	4,5	3,5	5,0	4,6	3,1	4,8	3,2	3,0	5,2	4,7

Таблиця 4.2

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Тривалість розвантаження вагонів, год.	3,5	3,0	2,8	3,2	3,1	2,6	2,7	4,0	3,9	2,9
2. Тривалість розвантаження автомобіля, хв.	25	30	35	40	24	36	42	30	40	30
3. Витрати часу на прибирання вагонів, хв.	15	10	12	16	18	24	20	25	22	19
4. Простій подачі вагонів під розвантаженням до моменту прибуття автомобіля, хв.	15	20	22	30	28	18	12	25	28	21

Завдання 4.2

1. Визначити черговість обслуговування транспортних одиниць з пакету транспортних засобів, які знаходяться в транспортному вузлі.
2. Розрахувати тривалість простою кожного транспортного засобу до початку обслуговування.
3. Розрахувати витрати на обслуговування пакету транспортних засобів.
4. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 4.2 наведені в табл. 4.3, 4.4. Вибір варіанта з табл. 4.3 робиться за передостанньою цифрою номера залікової книжки, з табл. 4.4 – за останньою.

Вказівки до виконання

Оптимальна черговість обслуговування транспортних засобів: вантажного теплоходу, баржі, подання вагонів, автомобілю визначається із співвідношення

$$\frac{C_i^n}{t_{0i}} > \frac{C_{i+1}^n}{t_{0i+1}},$$

де C_i^n – вартість простою i -го транспортного засобу; i – номер транспортного засобу в упорядкованому рядку черговості обслуговування.

Витрати на обслуговування пакету транспортних засобів:

$$z = \sum_{i=1}^n (C_i^0 + C_i^n t_i^n), \text{ грн.}$$

де C_i^0 – вартість обслуговування i -го транспортного засобу, грн.; t_i^n – тривалість простою i -го транспортного засобу до початку обслуговування, год.; n – загальна кількість транспортних засобів, од.

Таблиця 4.3

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Вартість обслуговування вантажного теплоходу, грн.	400	350	550	600	580	490	370	590	420	470
2. Вартість обслуговування баржі, грн.	100	150	200	250	180	280	140	220	290	230
3. Вартість простою вантажного теплоходу, грн./год.	25	20	18	30	15	19	24	22	28	25
4. Вартість простою баржі, грн./год.	15	10	6	12	5	6	7	7	9	10
5. Тривалість обслуговування вантажного теплоходу, год.	4	4,5	5	6,2	4,8	3,9	5,5	5,6	4,9	4,6
6. Тривалість обслуговування баржі, год.	3	2,8	3,3	4	2,5	3	3,9	2,5	3,2	3,3

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Вартість обслуговування подання вагонів, грн.	150	180	200	200	190	250	160	200	300	260
2. Вартість обслуговування автомобілю, грн.	10	15	12	9	8	14	11	12	20	13
3. Вартість простою подачі вагону, грн./год.	20	15	22	36	35	40	29	15	15	18
4. Вартість простою автомобіля, грн./год.	4	6	8	6	5	10	9	8	10	6
5. Тривалість обслуговування подачі вагонів, год.	1,5	2,5	2,8	1,8	1,9	1,6	2,1	2	2,2	2,4
6. Тривалість обслуговування автомобіля, хв.	20	24	30	18	36	30	24	30	18	36

Завдання 4.3

1. Визначити пріоритет обслуговування кожного типу транспортного засобу з потоку транспортних засобів, які поступають в транспортний вузол.
2. Визначити доцільність надання абсолютного пріоритету обслуговування різним типам транспортних засобів.
3. Зробити висновки.

Вихідні дані для виконання завдання 4.3 наведені в табл. 4.5, 4.6. Вибір варіанта з табл. 4.5 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 4.6 – за останньою.

Вказівки до виконання

На першому етапі визначити за методикою завдання 2 пріоритети обслуговування транспортних засобів: вантажного теплоходу, баржі, подачі вагонів, автомобілю.

Таблиця 4.5

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Вартість простою вантажного теплоходу, грн./год.	500	550	600	580	620	540	590	570	610	530
Продовження таблиці 4.5										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2. Вартість простою баржі, грн./год.	100	120	130	110	150	100	125	135	115	140
3. Час обслуговування вантажного теплоходу, год.	9,9	9,5	8,0	8,5	9,8	8,6	9,7	9,9	9,4	8,1
4. Час обслуговування баржі, год.	4,0	4,5	5,0	3,5	3,6	4,2	4,8	3,9	4,9	4,1
5. Середньоквадратичне відхилення часу обслуговування вантажного теплоходу, год.	3,5	2,2	3,1	3,3	4,0	3,6	3,8	2,5	2,6	2,4
6. Середньоквадратичне відхилення часу обслуговування баржі, год.	2,0	1,8	2,1	2,2	1,9	1,5	1,7	1,8	1,6	2,0

На другому етапі встановити доцільність впровадження системи абсолютних пріоритетів для кожної пари транспортних засобів із співвідношення

$$\frac{2C_i^n \sigma_n}{t_{0i}^2} < \frac{C_j^n}{t_{0j}}; \quad j=1\dots, n-1; \quad i=j+1, \dots, n,$$

де σ_n – середньоквадратичне відхилення часу обслуговування i -го типу транспортного засобу, год.

Таблиця 4.6

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Вартість простою подачі вагонів, грн./год.	300	310	320	350	400	380	360	370	390	330
2. Вартість простою автомобіля, грн./год.	40	45	48	50	52	44	43	51	46	47
3. Час обслуговування подачі вагонів, год.	3,0	3,2	3,1	2,9	3,6	3,4	3,5	3,2	3,0	3,6
4. Час обслуговування автомобіля, год.	30	36	24	48	35	25	28	30	42	42
5. Середньоквадратичне відхилення часу обслуговування подачі вагонів, год.	2,0	1,5	0,8	1,2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,0	0,9
6. Середньоквадратичне відхилення часу обслуговування автомобіля, год.	18	18	12	20	24	12	15	15	16	17

Контрольні запитання

1. В чому причини утворення черги транспортних засобів у пунктах навантаження-розвантаження?

2. В яких постановках може вирішуватись задача оптимізації обробки транспортних засобів в транспортному вузлі? Що являються критерієм оптимальності рішення даної задачі?

3. Як впливає вартість часу простою транспортної одиниці, яка обслуговується та знов прибула, на умову доцільності переключення бригади вантажників на обслуговування транспортної одиниці, що знов прибула?

4. Від чого залежить доцільність переключення бригади вантажників на обслуговування транспортного засобу, що знов прибув?

5. В чому полягає умова вибору оптимальної черги обслуговування транспортних засобів?

6. Від чого залежить доцільність надання абсолютного пріоритету обслуговування різним типам транспортних засобів?

Література: [4. 7. 8].

Лабораторна робота № 5. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ

Мета роботи – розрахунок оптимального рівня завантаження НРМ.

Завдання 5.1

1. Визначити долю автомобілів в загальному потоці транспортних засобів.
2. Розрахувати середньозважену вартість простою транспортної одиниці.
3. Розрахувати оптимальний рівень завантаження НРМ при нормальному законі розподілення інтервалів в потоці транспортних засобів та тривалості вантажних операцій.
4. Розрахувати оптимальний рівень завантаження НРМ при пуасонівському законі розподілення інтервалів в потоці транспортних засобів та показниковому законі розподілення тривалості вантажних операцій.
5. Розрахувати оптимальний рівень завантаження НРМ при невідомих стохастичних характеристиках потоку.
6. Зробити висновки.

Вихідні дані для виконання завдання 5.1. наведені в табл. 5.1, 5.2. Вибір варіанту з табл. 5.1 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 5.2 – за останньою.

Вказівки до виконання

Розрахувати долю автомобілів в загальному потоці транспортних засобів можна за формулою:

$$\alpha = \frac{G_n}{G_n + q_n \gamma_{ст}},$$

де G_n – норма завантаження вагону, т; q_n – номінальна вантажність автомобіля, т; $\gamma_{ст}$ – статичний коефіцієнт використання вантажності автомобіля.

Таблиця 5.1

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Норма завантаження вагону, т.	60	54	58	50	57	52	49	55	53	56
2. Вантажність автомобіля, т.	10	8	6	7	9	10	7	8	6	9
3. Коефіцієнт використання вантажності автомобіля	0,95	0,85	1,0	1,0	0,78	1,0	0,83	0,91	0,69	0,62
4. Коефіцієнт добових коливань вантажопотоку	1,10	1,15	1,12	1,14	1,10	1,09	1,17	1,15	1,14	1,12

Середньозважена вартість простою транспортної одиниці розраховується за формулою:

$$C_0 = \alpha C_A + (1 - \alpha) C_B, \text{ грн./год.},$$

де α – доля автомобілів в загальному потоці транспортних засобів; C_A – вартість простою автомобіля, грн./год.; C_B – вартість простою вагону, грн./год.

Таблиця 5.2

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Вартість простою НРМ, грн./год.	50	60	55	70	75	80	90	66	77	85
2. Вартість простою автомобіля, грн./год.	100	50	70	45	115	60	75	85	77	90
3. Вартість простою вагону, грн./год.	15	25	30	20	40	35	55	50	25	30

Визначити оптимальний рівень завантаження за формулою:

$$\rho_{opt} = 1 - \sqrt{\frac{k_n \beta_c C_0}{k_n \beta_c C_0 + C_m}},$$

де k_n – коефіцієнт, який враховує стохастичні характеристики потоку транспортних засобів та процесу обслуговування транспортних засобів; β_c – коефіцієнт, який враховує вплив добових коливань та помилку прогнозу перспективних обсягів пункту взаємодії ($\beta_c = 1,12-1,18$); C_0 – середньозважена вартість простою транспортної одиниці, грн./год.; C_m – вартість простою механізму, грн./год.

При нормальному розподіленні інтервалів в потоці транспортних засобів та тривалості вантажних операцій $k_n=0,11$ для пуасонівського потоку транспортних засобів та показникового розподілення вантажних операцій

$$k_n = 1$$

В тому випадку, якщо невідома ступінь стохастичності транспортних потоків, які поступають на обслуговування, оптимальний рівень завантаження НРМ визначається за формулою

$$\rho_{opt} = \varphi \rho'_{opt} + (1 - \varphi) \rho''_{opt},$$

де φ – коефіцієнт, який враховує вплив стохастичності потоку на рівень завантаження пункту взаємодії, $\varphi = 0,35-0,45$ (приймати $\varphi = 0,35$); ρ'_{opt} – оптимальний рівень завантаження НРМ при $k_n=0,11$; ρ''_{opt} – оптимальний рівень завантаження НРМ при $k_n = 1,0$.

Контрольні питання

1. Що таке рівень завантаження навантажувально-розвантажувального механізму (НРМ)?
2. Що таке оптимальний рівень завантаження НРМ?
3. Дайте графічну інтерпретацію оптимального рівня завантаження. Від чого залежить та як практично можна керувати рівнем завантаження НРМ?
4. Як впливають стохастичні характеристики потоку транспортних засобів та процес обслуговування транспортних засобів на оптимальний рівень завантаження?
5. В чому особливість визначення оптимального рівня завантаження НРМ при невідомому ступеню стохастичності транспортних потоків?
6. Які показники транспортного процесу залежать від рівня завантаження НРМ?

Література: [7, 8].

Лабораторна робота № 6. РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ СХЕМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

Мета роботи – практичне рішення задачі раціонального розподілення перевезень між різними видами транспорту.

Завдання 6.1.

1. Скласти розрахункову матрицю для оптимізації вантажопотоків.
2. Розв'язати транспортну задачу лінійного програмування.
3. Скласти план перевезень вантажів за кожним напрямком.
4. Розрахувати витрати та собівартість перевезення вантажу.
5. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 6.1. наведені в табл. 6.1, 6.2, 6.3, та рис. 6.1. Вибір варіанту з табл. 6.1, 6.2 визначається за останньою цифрою номера залікової книжки з табл. 6.3 – за передостанньою.

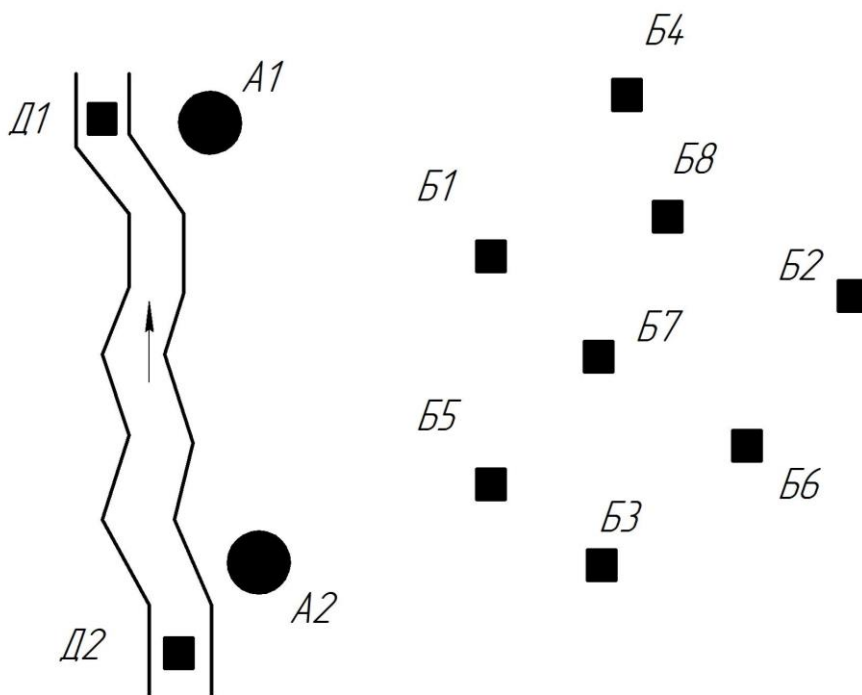


Рис. 6.1 – Схема дислокації учасників транспортного процесу

Умовні позначення: Д₁, Д₂ – пункти добутку піску; А₁, А₂ – річні причали;
Б₁ ... Б₈ – споживачі піску.

Вказівки до виконання

Відповідно до схеми дислокації учасників транспортного процесу (рис. 6.1) визначити можливі варіанти постачання піску від пунктів добутку до споживачів. Використовуючи дані табл. 6.1, 6.3, розрахувати собівартість перевезення піску від кожного постачальника в якості цільових елементів розрахункової матриці оптимізації розподілення перевезень.

Таблиця 6.1

Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Обсяги видобутку, тис. т.:										
Д ₁	200	180	240	220	150	350	170	350	320	490
Д ₂	310	250	320	450	350	270	430	180	220	120
2. Пропускна спроможність, тис. т.:										
А ₁	400	250	200	310	330	150	190	250	300	350
А ₂	300	300	380	280	290	410	420	380	300	270
3. Собівартість перевезень автомобільним транспортом, грн./ткм	1,5	2,0	0,9	1,6	1,8	2,2	1,4	1,3	1,2	1,9
4. Собівартість перевезення річним транспортом, грн./ткм:										
- за течією	0,25	0,3	0,21	0,28	0,19	0,27	0,24	0,25	0,2	0,32
- проти течії	0,31	0,4	0,27	0,32	0,28	0,35	0,34	0,32	0,3	0,4

Таблиця 6.2

Обсяги споживання піску, тис. т.

Позначення споживача	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Б ₁	80	20	70	85	30	80	70	30	20	50
Б ₂	70	30	80	95	50	40	80	90	80	50
Б ₃	40	40	90	70	80	20	30	40	60	90
Б ₄	50	50	60	85	90	50	90	30	40	20
Б ₅	30	60	60	70	70	80	70	80	70	80
Б ₆	90	30	40	45	60	60	80	10	30	40
Б ₇	60	50	30	20	50	30	90	40	50	60
Б ₈	90	50	50	10	60	50	20	70	90	45

Таблиця 6.3

Відстані між об'єктами, км

Пункт відправлення	Пункт призначення	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Д ₁	А ₁	2	2,5	3	2,8	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9
	А ₂	12	13	14	16	12,6	13,5	14,5	12,8	13,8	14,8
Д ₂	А ₁	14	15	16	13,9	13	14	14,9	15,6	16,3	16,7
	А ₂	4	4,5	5	1,7	2,6	2,7	2,8	5,4	5,2	4,8
А ₁	Б ₁	3	3,2	3,3	3,4	4,5	4,2	3,8	3,6	3,7	4
	Б ₂	6,5	4,9	7,2	5,8	5,5	8,2	7,1	7	6	4,5
	Б ₃	8,5	8	7,5	8,6	7,6	8,1	7,9	8,2	8,3	7,5
	Б ₄	11,6	10,8	11,2	9,9	10,5	11,2	11,4	10	12	12,1
	Б ₅	15	10,3	14,5	13,5	12	10	13,3	14,1	14,4	13,7
	Б ₆	8,8	9,9	10	11	8,5	9,5	10,5	6,6	7,9	8,2
	Б ₇	18	17,5	17	16,5	16	18,2	17,2	16,2	16,6	17,8
	Б ₈	9,7	8,7	7,7	9	8	7	9,5	8,5	7,5	12
А ₂	Б ₁	14,2	12,3	11,5	10	14,7	10,9	9,9	13,1	10,9	12,8
	Б ₂	16,7	8,7	12,5	10	17,5	8,7	10	12,2	11,2	13,8
	Б ₃	10,5	12,4	11,6	12,2	13,6	6,5	10,1	11,3	12,3	14,2
	Б ₄	9	13,5	10	12,2	12,2	13	11,2	10,4	13,4	15,2
	Б ₅	9	9,5	8,8	14,7	13,3	12,5	12,3	15	8,9	16
	Б ₆	8,7	8,8	9,7	15,2	14,4	14,7	13,4	12	12,9	15
	Б ₇	8	8	6,4	17,1	15	15,2	14,5	14	13,5	14
	Б ₈	9,7	11	10,5	12,3	12,1	12,3	15,6	17,8	16,4	12,1

Відповідно до даних табл. 6.1 – 6.3 скласти розрахункову матрицю для оптимізації розподілення обсягів перевезень. Розв'язати транспортну задачу лінійного програмування модифікованим розподільчим методом на досягнення мінімуму цільової функції сумарних витрат на перевезення вантажу 3 грн. У звіті про виконання завдання необхідно представити вихідну матрицю для оптимізації розподілення перевезень, один проміжний варіант рішення та оптимальний план.

На основі оптимального рішення транспортної задачі лінійного програмування скласти план перевезення піску від пунктів видобутку до споживачів. За кожним маршрутом необхідно визначити обсяг перевезень (Q_T , т), транспортну роботу ($P_{ткм}$, ткм), собівартість перевезень піску (S_T , грн./т; $S_{Ткм}$, грн./ткм), витрати на перевезення. Після цього розрахувати сумарні: транспортну роботу, собівартість перевезень та витрати для прийнятого розподілення перевезень між видами транспорту.

Всі розрахунки необхідно привести в звіт про виконання завдання. Результати розрахунків звести до підсумкової таблиці, в яку включити за кожним маршрутом: схему маршруту, відстань перевезення, обсяг перевезень та транспортну роботу, собівартість перевезень та витрати.

Контрольні запитання

1. В чому полягає раціоналізація перевезень в сфері транспорту?

2. Які перевезення відносяться до нераціональних?
 3. Що представляє собою цільова функція задачі вибору раціональних схем постачання вантажу? Які при цьому приймаються обмеження?
 4. Які величини використовуються в якості цільових елементів розрахункової матриці оптимізації розподілення перевезень?
 5. Що таке єдина схема нормальних напрямків вантажопотоків?
 6. За якими показниками порівнюються різні види транспорту?
 7. З яких показників складається собівартість перевезень?
 8. Яким чином швидкість постачання вантажів впливає на собівартість перевезень?
 9. Назвіть складові елементи транспортного процесу, які впливають на швидкість постачання вантажів.
 10. Що таке територіальна універсальність транспорту?
 11. Що таке та чим вимірюється перевізна спроможність виду транспорту?
 12. Які основні переваги автомобільного транспорту перед іншими видами транспорту?
- Література: [1,2,5,6,7,8].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Взаємодія видів транспорту" / Укл. Нефьодов М.А. – Харків: ХНАДУ. 2004 – 28с.
2. Аксёнов И.Я. Единая транспортная система. – М: Транспорт, 1991.
3. Афанасьев Л.А. и др. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1984.
4. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – Киев: Вища школа, 1986.
5. Галушко В.Г. Случайные процессы и их применение на автотранспорте. – Киев. Вища школа, 1976.
6. Громов Н.Н. и др. Единая транспортная система. М.: Транспорт, 1987.
7. Кожин А.П. Математические методы в планировании и управлении автомобильными перевозками. – М.: Высшая школа, 1979.
8. Пиньковецкий С.У., Шишков В.И., Батаев В.А. Организация работы автотранспорта в транспортных узлах. М.: Транспорт, 1986.
9. Правдин Н.В. и др. Взаимодействие различных видов транспорта (примеры и расчеты). – М.: Транспорт. 1959.
10. Резер С.М. Взаимодействие транспортных систем. – М.: Наука, 1985.

Визначення коефіцієнтів β_i

Коефіцієнти, що впливають на пропускну спроможність:

β_1 – коефіцієнт, що враховує ширину смуги руху:

На багатосмугових дорогах

Ширина смуги руху	$\leq 3,0$	3,6	$\geq 3,75$
β_1	0,9	0,96	1,0

На двосмугових дорогах

Ширина смуги руху	6,0	7,0	7,5
β_1	0,85	0,9	1,0

β_2 – коефіцієнт, що враховує ширину узбіччя:

Ширина узбіччя	3,75	3,0	2,5	2,0	1,5
β_2	1,0	0,97	0,92	0,8	0,7

β_3 – коефіцієнт, що враховує відстань від кромки проїжджої частини до бічних перешкод, приймається з табл. Д. 1.1.

Таблиця Д. 1.1.

Відстань від кромки проїжджої частини до бічних перешкод, м	Значення β_3 при ширині смуги руху, м		
	3,75	3,5	3,0
2,5	1,0/1,0*	1,0/0,98	0,98/0,96
2,0	0,99/0,98	0,99/0,97	0,95/0,93
1,5	0,97/0,96	0,95/0,93	0,94/0,91
1,0	0,95/0,91	0,90/0,88	0,87/0,85
0,5	0,92/0,88	0,83/0,78	0,80/0,75
0,0	0,85/0,82	0,78/0,73	0,75/0,7

*Чисельник – значення β_3 при бічних перешкодах з одного боку, знаменник – при бічних перешкодах з обох боків.

Примітка. Коефіцієнт β_3 на підйомах не враховується.

β_4 – коефіцієнт, що враховує склад вантажного руху, приймається з табл. Д. 1.2

Таблиця Д. 1.2

Доля автопоїздів в транспортному потоці %	Значення β_4 при долі легких і середніх вантажних автомобілів у транспортному потоці %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

β_5 – коефіцієнт, що враховує вплив подовжнього ухилу, приймається з табл. Д. 1.3.

Таблиця Д. 1.3.

Подовжній ухил %	Довжина підйому, м	Значення β_5 при долі автопоїздів у транспортному потоці %			
		2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89
	500	0,97	0,94	0,92	0,87
	800	0,96	0,92	0,90	0,84
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86
	500	0,95	0,93	0,91	0,83
	800	0,93	0,90	0,88	0,80
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80
	500	0,91	0,88	0,83	0,76
	800	0,88	0,85	0,80	0,72
50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
	500	0,86	0,80	0,75	0,70
	800	0,82	0,76	0,71	0,64
60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
	500	0,77	0,71	0,64	0,55
	800	0,70	0,63	0,53	0,47
70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
	500	0,63	0,55	0,48	0,41

Таблиця Д. 2.4

β_6 – коефіцієнт, що враховує відстань видимості:

Відстань видимості, м	<50	50-100	100-150
β_6	0,68	0,73	0,84

Відстань видимості, м	150-250	250-350	>350
β_6	0,90	0,98	0,84

β_7 – коефіцієнт, що враховує план лінії:

Радіус кривих в плані, м	<100	100-250	250-450
β_7	0,85	0,90	0,96

Радіус кривих в плані, м	450-600	>600	
β_7	0,99	1,0	

β_8 – коефіцієнт, що враховує вплив обмеження швидкості на окремих ділянках дороги:

Обмеження швидкості, км/год.	10	20	30
β_8	0,44	0,76	0,88

Обмеження швидкості, км/год.	40	50	60
β_8	0,96	0,98	1,0

β_9 – коефіцієнт, що враховує тип і характер руху на пересіченні автомобільних доріг, приймається з табл. Д. 2.4.

β_{10} – коефіцієнт, що враховує зміцнення узбіч:

Зміцнення узбіч:	
те ж покриття, що і проїжджої частини.....	1,0
щебінь без краювої смуги або з краювою смугою з бетонних плит.....	0,99
засів трав.....	0,95
у сухому стані без зміцнення.....	0,90
слизькі, покриті гряззю.....	0,45

Доля автомобілів, що повертають ліворуч %	Тип пересічення					
	Т-подібне			Чотирьохсторонне		
	Ширина проїжджої частини основної дороги, м					
	7	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
<i>Необладнані пересічення</i>						
0	0,97	0,98	1,0	0,94	0,95	0,98
20	0,85	0,87	0,92	0,82	0,83	0,91
40	0,73	0,75	0,83	0,70	0,71	0,82
60	0,60	0,62	0,75	0,57	0,58	0,73
80	0,45	0,47	0,72	0,41	0,41	0,70
<i>Частково обладнані пересічення з острівцями без перехідно-швидкісних смуг</i>						
0	1,00	1,00	1,00	0	1,00	1,00
20	0,97	0,98	1,00	20	0,97	0,98
40	0,93	0,94	0,97	40	0,93	0,94
60	0,87	0,88	0,93	60	0,87	0,88
80	0,87	0,88	0,92	80	0,87	0,88
<i>Повністю каналізовані пересічення</i>						
0	1,00	1,00	1,00	0	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	20	1,00	1,00
40	1,00	1,00	1,00	40	1,00	1,00
60	1,00	1,00	1,00	60	1,00	1,00
80	0,97	0,98	0,99	80	0,97	0,98

β_{11} – коефіцієнт, що враховує покриття дороги:

Покриття дороги:	
жорстке асфальтоцементне або чорне щебеневе	1,0
збірне бетонне	0,86
асфальтобетонне без поверхневої обробки	0,91
бруківка	0,42
грунтова дорога, суха (без пилу)	0,90
грунтова дорога, розмокша	0,1-0,3

β_{12} – коефіцієнт, що враховує розташування майданчика відпочинку, бензозаправних станцій або зупинних пунктів відносно проїжджої частини дороги:

Відносне розташування пристроїв:	
майданчик відпочинку, бензозаправна станція або зупинні майданчики повністю відокремлені від проїжджої частини основної дороги і мають спеціальні смуги для в'їзду	1,0
є лише смуги відгону ширини	0,98
відсутні смуги відгону ширини	0,80
невідокремлені від проїжджої частини	0,64

β_{13} – коефіцієнт, що враховує наявність розмітки дороги:

Розмітка дороги:	
осьова	1,02
красва і осьова	1,05
додаткова смуга на підйомах	1,50
теж на чотирьохсмуговій дорозі	1,23
теж на трьохсмуговій дорозі	1,30
подвійна осьова	1,12

β_{14} – коефіцієнт, що враховує наявність знаків обмеження швидкості ($\beta_{14} = \beta_8$) і покажчиків смуг руху ($\beta_{14} = 1,1$);

β_{15} – коефіцієнт, що враховує склад пасажирського руху в транспортному потоці, приймається з табл. Д. 2.5.

Таблиця Д. 2.5.

Доля автобусів в потоці %	β_{15} при долі легкових автомобілів в потоці %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,72	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,71	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,69	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,68	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,64	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,61	0,63	0,61	0,60