

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Д.Л. Бурко, О.В. Прасоленко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи і практичних завдань
з дисципліни

«ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ»

(для студентів напряму підготовки 6.070101 "Транспортні технології")

Харків – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до самостійної роботи і практичних завдань з дисципліни «Взаємодія видів транспорту» (для студентів напряму підготовки 6.070101 "Транспортні технології") / Укл.: Бурко Д.Л., Прасоленко О.В. – Харків:ХНАМГ, 2009. –С. 36

Укладачі: Д.Л. Бурко
О.В. Прасоленко

Рецензент: Ю.О. Давідіч

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол № 5 від 25.09.2008 р.

Ці методичні вказівки розроблені з метою закріплення теоретичного матеріалу та отримання навичок вирішення задач взаємодії різних видів транспорту на практичних заняттях. Вказівки призначені для студентів спеціальностей «Транспортні системи», «Організація і регулювання дорожнього руху», «Організація перевезень і управління на транспорті».

Робота включає шість тем. Після виконання студентами всіх завдань проводиться заключне заняття, на якому вони індивідуально захищають виконану роботу.

При підготовці до виконання завдань кожної теми студенти повинні самостійно вивчити рекомендовану літературу, відповісти на контрольні запитання. На заняттях контролюється підготовленість студентів до виконання завдань, розбирається їх методика. Завдання виконують індивідуально за варіантами, які обирають за номером залікової книжки.

Звіт про виконання завдань по кожній темі повинен містити мету роботи, вихідні дані, порядок виконання завдань, висновки. Звіт про виконання робіт оформляється відповідно до вимогам ЄСКД, на аркушах формату А4 і включає титульний аркуш, звіти по кожній темі, перелік використаної літератури.

Тема 1. ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

Мета роботи – розрахунок пропускної спроможності елементів транспортної мережі.

Завдання 1.1

1. Визначити розрахункову пропускну спроможність дво шляхової 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 міжпоїздного інтервалу описуються нормальним законом розподілу.
5. Визначити практичну пропускну спроможність ділянки залізничної дороги для випадку, коли коливання міжпоїздного інтервалу описуються показниковим законом розподілу.
6. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 1.1 наведені в табл. 1, 2. Вибір варіанта з табл. 1 проводять за останньою цифрою залікової книжки.

Вказівки до виконання

Визначають розрахункову спроможність ділянки залізничної дороги за формулою

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

де $t_{техн}^0$ - тривалість технологічного “вікна” (для ремонту основного шляху), хв;

α_m^0 - коефіцієнт, який враховує вплив відказів у роботі технічних засобів;

I_m – величина міжпоїздного інтервалу, хв.

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

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

де t_{β} - чисельне значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального розподілу (приймати 1,96 для рівня довірчої ймовірності $P=0,95$);

σ_n - середньоквадратичне відхилення пропускної спроможності ділянки, од/доб.

Таблиця 1 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Величина міжпоїздного 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 міжпоїздного інтервалу	015	020	015	022	025	018	017	020	018	015
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 дво шляховими вставками.

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

де σ - середньоквадратичне відхилення тривалості обробки транспортної одиниці, хв;

T_p – розрахунковий період часу обслуговування транспортних одиниць (приймати 24 год.), хв.

$$\sigma = k_\sigma I_m, \text{ хв.,}$$

де k_σ – коефіцієнт варіації міжпоїздного інтервалу.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнту α_n^0

Засоби зв'язку	Величина міжпоїздного інтервалу, хв.	Значення α_n^0 в залежності від числа пасажирських поїздів (тяга електрична)		
		≤ 5	6-11	≥ 11
Напіваавтоматичне блокування	≥ 48	0,97*	0,98	0,99
	41-47	0,96	0,97	0,98
	≤ 40	0,94	0,96	0,97
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 двох-шляховими 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 розподілу, ймовірність того, що значення пропускної спроможності буде менше \bar{n}_p , складе

$$P(n' < \bar{n}_p) = \sum_{k=0}^{\bar{n}_p-1} \frac{(T_p/\bar{t})^k}{k!} e^{-\frac{T_p}{\bar{t}}},$$

рівень довірчої ймовірності $P(n' < \bar{n}_p)$ 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 приходить на один автомобіль.
3. Визначити інтервал часу між попутно слідуєчими автомобілями.
4. Встановити теоретичну пропускну спроможність автомобільної дороги.
5. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 1.2 обирають за табл. 3.

Вказівки до виконання

Визначають теоретична пропускну спроможність автомобільної дороги за формулою

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

де I_A – інтервал між попутно слідуєчими автомобілями, с.

Таблиця 3 – Значення швидкостей руху автомобілів по категоріям доріг

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

* Примітка: у чисельнику – для пересічної місцевості,
у знаменнику – для гірничої.

$$I_A = \frac{3,6L_D}{V_{\max}}, \text{ с.}$$

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

$$L_D = l_p + l_m + l_{\bar{o}} + l_a, \text{ м}$$

де l_p – відстань, яку проходить автомобіль за час реакції водія, м;
 l_m – різниця гальмового шляху заднього та переднього автомобілів, м;
 $l_{\bar{o}}$ – 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.

У даній роботі потрібно умовно прийняти $l_a = 5$ м; $l_b = 5$ м та $l_m = 0$, тому як технічний стан і режим гальмування заднього й переднього автомобілів однакові.

Завдання 1.3

1. Визначити значення часних коефіцієнтів ($\beta_1, \beta_2 \dots \beta_{15}$), які враховують вплив технологічних елементів дороги на її пропускну спроможність.
2. Розрахувати практичну пропускну спроможність ділянок дво смугової автомобільної дороги.
3. Визначити результуючу пропускну спроможність автомобільної дороги.
4. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання 1.3. наведені в таблиці 4, 5. Вибір варіанту з таблиці 5 здійснюється за останньою цифрою залікової книжки.

Таблиця 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 проїздної частини до бокових перешкод, м	2,5	2,0	2,0
4. Поздовжній схил, %	0	20	10
5. Довжина підйому, м	0	200	300
6. Відстань 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 - Схема ділянки дороги

Вказівки до виконання

Відповідно до схеми ділянок дороги (рис. 1) та параметрів технологічних елементів дороги (табл. 4, 5) встановити значення часткових коефіцієнтів, які враховують вплив технологічних елементів дороги на її пропускну спроможність [3, с 197] на кожній ділянці.

Таблиця 5 – Вибір варіанту

Найменування показника	Номера варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Категорія дороги	I АБ	II Б	III Г	I В	II АЦ	III В	I АЦ	II АБ	III Г	II АЦ
2. Покриття дороги	С	К+О	-	Д	О	О	Д+П	К+О	-	К+О
*	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
3. Розмітка дороги										
*										
4. Спеціальні смуги в'їзду та виїзду	45 40	50 35	40 45	35 45	48 38	50 40	35 40	40 45	45 41	30 56
5. Склад руху:										
- легкові автомобілі	5	10	5	15	8	3	10	10	6	8
- вантажні автомобілі	10	5	10	5	6	7	15	5	8	6
малої та середньої вантажності										
- автопоїзди										
- автобуси										

* Примітка.

Покриття дороги: АБ – асфальтобетонне; АЦ – асфальтоцементне; Б – збірне бетонне; Г - ґрунтова дорога.

Розмітка дороги: О – осьова; Д – двійна осьова; П – додаткова на підйомах; К+О – крайова й осьова.

Розрахувати практичну пропускну спроможність смуги руху для кожної ділянки за формулою

$$P_n = P_{\max} \prod_{i=1}^{15} \beta_i, \text{ од/год.},$$

де P_{\max} – максимальна пропускну спроможність смуги руху ($P_{\max} = 2000$, легкових автомобілів/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. У чому заключаються особливості детермінованого та ймовірно-статистичного 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 пропускну спроможність залізничної дороги?
8. Які нормативні показники характеризують максимальну пропускну спроможність автомобільної дороги?
9. Чим лімітується пропускну 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?

Література: [4, 8, 9].

Тема 2. РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ СХЕМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ТА РОЗПОДІЛУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

Мета роботи – практичне вирішення завдання раціонального розподілу перевезень між різними видами транспорту.

Завдання 2.1

1. Скласти розрахункову матрицю для оптимізації вантажопотоків.
2. Вирішити 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 2.1. наведені в табл. 6, 7, 8 і рис. 2.

Вибір варіанта з табл. 6, 7 виконують за останньою цифрою номера залікової книжки, з табл. 8 – за останньою.

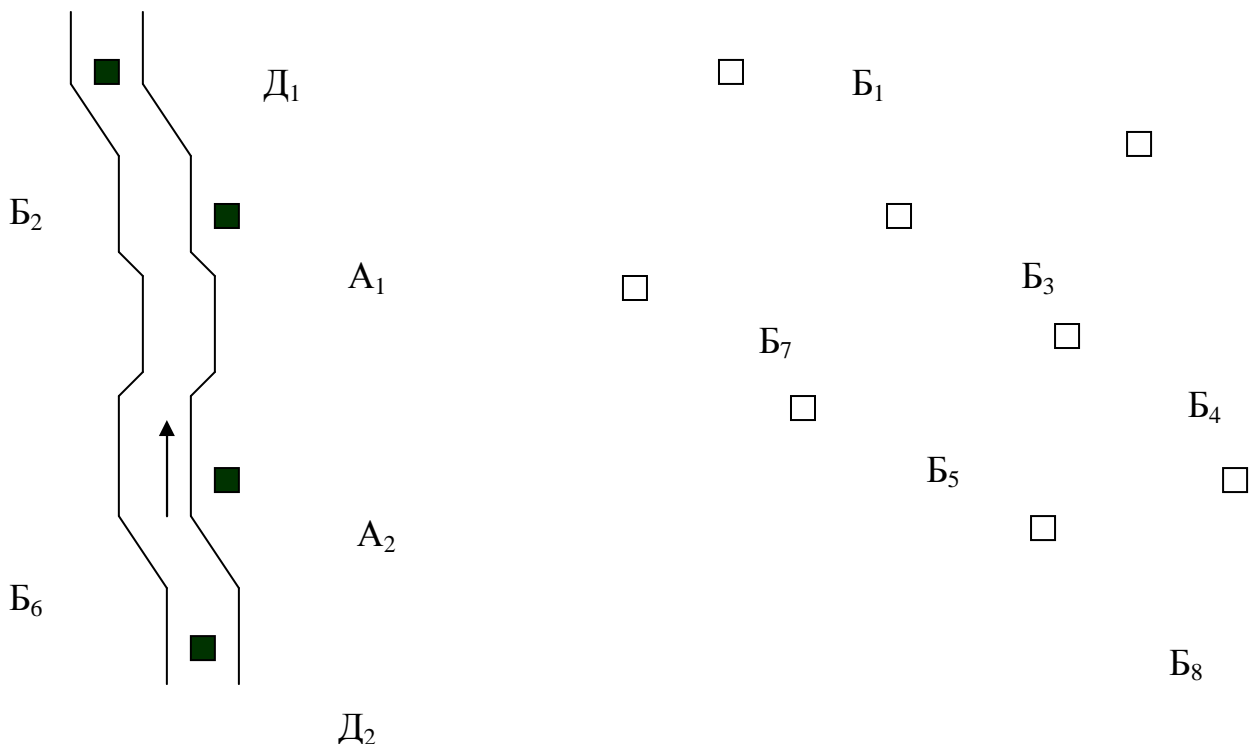


Рис. 2 - Схема дислокації учасників транспортного процесу

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

Вказівки до виконання

Відповідно до схеми дислокації учасників транспортного процесу (рис. 2) визначити можливі варіанти постачання піску від пунктів видобутку до споживачів. Використовуючи дані табл. 6, 8, розрахувати собівартість перевезення піску від кожного постачальника як цільових елементів розрахункової матриці оптимізації розподілу перевезень.

Таблиця 6 – Вибір варіанта

Найменування показників	Номери									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Обсяг видобутку, тис.т.: D_1	200	180	240	220	150	350	170	350	330	490
D_2	310	250	320	450	350	270	430	180	220	120
2. Пропускна спроможність, тис.т.: A_1	400	250	200	310	330	150	190	250	300	350
A_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 перевезень річним транспортом, грн/ткм										
за течією	0,25	0,30	0,21	0,28	0,19	0,27	0,24	0,25	0,20	0,32
проти течії	0,31	0,40	0,27	0,32	0,28	0,35	0,34	0,32	0,30	0,40

Таблиця 7 – Обсяги споживання піску, тис. т.

Позначення споживача	Номера варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B_1	80	20	70	85	30	80	70	30	20	50
B_2	70	30	80	95	50	40	80	90	80	50
B_3	40	40	90	70	80	20	30	40	60	90
B_4	50	50	60	85	90	50	90	30	40	20
B_5	30	60	60	70	70	80	70	80	70	80
B_6	90	30	40	45	60	60	80	10	30	40
B_7	60	50	30	20	50	30	90	40	50	60
B_8	90	50	50	10	60	50	20	70	90	45

Таблиця 8 – Відстані між об'єктами, км

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

Відповідно до даних табл. 6-8 скласти розрахункову матрицю для оптимізації розподілу обсягів перевезень. Вирішити транспортну задачу лінійного програмування модифікованим розподільчим методом на досягнення мінімуму цільової функції сумарних витрат на перевезення вантажу 3 грн. У звіті про ви-

конання завдання представити вихідну матрицю для оптимізації розподілу перевезень, один проміжний варіант вирішення та оптимальний план.

На основі оптимального рішення транспортної задачі лінійного програмування скласти план перевезення піску від пунктів видобутку до споживачів. По кожному маршруту визначити обсяг перевезень (Q_m , т), транспортну роботу ($P_{ткм}$, ткм), собівартість перевезень піску (S_m , грн/т; $S_{ткм}$, грн/ткм), витрати на перевезення. Після цього розрахувати сумарні транспортну роботу, собівартість перевезень та витрати для прийнятого розподілу перевезень між видами транспорту.

Всі розрахунки необхідно навести у звіті про виконання завдання. Результати розрахунків звести в підсумкову таблицю, в яку включити по кожному маршруту: схему маршруту, відстань перевезення, обсяг перевезень та транспортну роботу, собівартість перевезень та витрати.

Контрольні запитання

1. У чому полягає раціоналізація перевезень у сфері транспорту?
2. Які перевезення відносяться до нераціональних?
3. Що собою являє цільова функція завдання вибору раціональних схем постачання вантажу? Які при цьому приймаються обмеження?
4. Які величини використовують в якості цільових елементів розрахункової матриці оптимізації розподілу перевезень?
5. Що таке єдина схема нормальних напрямків вантажопотоків?
6. За якими показниками порівнюють різні види транспорту?
7. З яких показників складається собівартість перевезень?
8. Як швидкість постачання вантажів впливає на собівартість перевезень?
9. Назвіть складові елементи транспортного процесу, що 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 його видами?

Література: [1, 2, 5, 6, 7, 8].

Тема 3. ПЕРЕВАЛКА ВАНТАЖІВ ПО ПРЯМОМУ ВАРІАНТУ

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 частку, які перевантажуються за прямим варіантом.
4. Визначити обсяг вантажів, які перевантажуються за прямим варіантом.
5. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання приведені в табл. 9, 10. Вибір варіанту з табл. 9 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 10 – 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 завантаження вантажу на станцію, т; T_p – тривалість роботи автомобілів, год.

Таблиця 9 – Вибір варіанту

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

Виходячи з добової щільності надання вагонів ($\lambda_{\text{в}}$, од/діб), розрахувати годинну щільність надання вагонів λ'

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

Частка вантажів, які перевантажуються за прямим варіантом (η) за схемою “вагон-автомобіль”, визначається в результаті вирішення рівняння четвертого ступеня:

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

де $a = Q_{\text{н}}^2, \tau^2$;

$b = Q_{\text{н}}(\Pi_{m-c} + \Pi_{c-m} - 2(Q_{\text{н}} + \Pi_{m-m})), \tau^2$;

$c = Q_{\text{н}}(Q_{\text{н}} + 4\Pi_{m-m} - \Pi_{m-c} - \Pi_{c-m}) + (\Pi_{m-m} - \Pi_{m-c})(\Pi_{m-m} - \Pi_{c-m}), \tau^2$;

$d = \Pi_{m-m}(\Pi_{m-c} + \Pi_{c-m} - 2(Q_{\text{н}} + \Pi_{m-m}) - \Pi_{m-c}\Pi_{c-m} \frac{1}{P_{\text{м}}P_0(1-P_c)Q_{\text{н}}}), \tau^2$,

де Q_n – обсяг вантажів, які надходять на залізничну станцію за час роботи автомобільного транспорту T_p , т; Π_{m-c} – переробна спроможність вантажного фронту за схемою “вагон-склад”, т/доб; Π_{cm} – переробна спроможність вантажного фронту за схемою “склад-автомобіль”, т/доб; Π_{m-m} – переробна спроможність вантажного фронту за прямим варіантом, т/доб; P_m – ймовірність безвідкавної роботи навантажувально-розвантажувальних механізмів; P_c – ймовірність перевантаження вантажу на склад для сортування, перевірки якості при порушенні цілості упаковки; P_o – ймовірність того, що в пункт перевалки за час T_p надійде хоча б один автомобіль і одна подача вагонів:

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

де λ'' – інтенсивність підходу автомобілів, од/год.

Для вирішення рівнянь четвертого ступеня рекомендується використовувати приблизні методи, в тому числі метод Ньютона. При цьому необхідно виходити з передумови, що значення величини η знаходиться в межах $0 \leq \eta \leq 1$. Нижню межу діапазону зміни η уточнити за формулою

$$\eta_n = \frac{P_m P_0 (1 - P_c) Q_n \Pi_{m-m}}{(\Pi_{m-m} + \Pi_{m-c})(\Pi_{m-m} + \Pi_{c-m})}.$$

Таблиця 10 – Вибір варіанту

Найменування показника	Номера варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Ймовірність безвід-казної роботи НРМ	0,90	0,85	0,95	0,75	0,88	0,92	0,77	0,91	0,79	0,85
2. Ймовірність пере-рахування перевантаження вантажу	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,08	0,06	0,07	0,05
3. Тривалість робо-ти автомобілей, год.	12,0	10,5	9,8	11,0	11,5	10,8	10,0	11,6	10,4	11,3
4. Щільність потоку подавання вагонів, од./добу	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

Значення η встановлюється з точністю до 0,001.

Розраховується обсяг вантажів, перевантажувалих за прямим варіантом.

Контрольні запитання

1. Що являє собою перевалка вантажів за прямим варіантом? У чому переваги вантажів за прямим варіантом в порівнянні з іншими схемами?
2. У 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 малотонажних – можна збільшити кількість вантажів, що перевантажуються за прямим варіантом?
6. Які показники роботи транспорту змінюються при організації перевалки вантажів за прямим варіантом?
7. Назвіть основні умови, які забезпечують можливість прямої перевалки вантажів?

Література: [4, 5, 7, 8].

Тема 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 знову прибув.
3. Зробити висновки.

Вихідні дані для виконання завдання 4.1 наведені в табл. 11, 12. Вибір варіанта з табл. 11 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 12 – за останньою.

Вказівки до виконання

Необхідно визначити доцільність переключення бригади вантажників з розвантаження поданих вагонів на розвантаження транспортного засобу (автомобіля), що знову прибув. Спочатку треба розрахувати вартість простою транспортної одиниці, яка обслуговується в даний момент, виходячи з кількості вагонів у подачі:

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

де C_{01}^n - вартість простою одного вагону; N_e – кількість вагонів у подачі.

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

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

де t_0 – повна тривалість обслуговування транспортної одиниці, год.; t_n – повна тривалість обслуговування транспортного засобу, що знову прибув, год.; t_∂ – додаткові витрати часу на звільнення фронту обслуговування транспортних засобів, год.; C_0^n – вартість простою транспортного засобу, що обслуговується, грн./год.; C_n^n – вартість простою транспортного засобу, що знову прибув, грн./год.; C_∂ – додаткові витрати на перестановку транспортних засобів, грн/год.; t_ϕ – фактичний час обслуговування транспортного засобу до моменту прибуття нового транспортного засобу, год.

Таблиця 11 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Кількість вагонів у подачі, од.	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
2. Вартість простою вагона, 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 вагона, грн.	4,5	3,5	5,0	4,6	3,1	4,8	3,2	3,0	5,2	4,7

Таблиця 12 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Тривалість розвантаження надання 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 подачі 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, що знаходяться у 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. 13, 14. Вибір варіанта з табл. 13 робиться за передостанньою цифрою номера залікової книжки, з табл. 14 – за останньою.

Вказівки до виконання

Оптимальна черговість обслуговування транспортних засобів: вантажного теплоходу, баржі, подачі вагонів, автомобіля – визначається із співвідношення

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

де C_i^n - вартість простою і-го транспортного засобу; i – номер транспортного засобу у впорядкованому ряді черговості обслуговування.

Витрати на обслуговування пакету транспортних засобів:

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

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

Таблиця 13 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	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.	4,0	4,5	5,0	6,2	4,8	3,9	5,5	5,6	4,9	4,6
6. Тривалість обслуговування баржі, год.	3,0	2,8	3,3	4,0	2,5	3,0	3,9	2,5	3,2	3,3

Таблиця 14 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	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/год	10	15	12	9	8	14	11	12	20	13
3. Вартість простою подачі вагонів, 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	2,0	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 на 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.. 15, 16. Вибір варіанта з табл.. 15 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл.. 16 – за останньою.

Вказівки до виконання

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

Таблиця 15 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Вартість простою вантажного теплоходу, грн/год.	500	550	600	580	620	540	590	570	610	530
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 вантажної 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

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

де σ_{ti} – середньоквадратичне відхилення часу обслуговування і-го типу транспортного засобу, год.

Таблиця 16 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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

Продовження табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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. У чому причини утворення черги транспортних засобів у пунктах навантаження-розвантаження?
2. В яких постановках може вирішуватись задача оптимізації обробки транспортних засобів у транспортному вузлі? Що є критерієм оптимальності вирішення даної задачі?
3. Як впливає вартість часу простою транспортної одиниці, яка обслуговується і знову прибула, на умову доцільності переключення бригади вантажників на обслуговування транспортної одиниці, що знову прибула?
4. Від чого залежить доцільність переключення бригади вантажників на обслуговування транспортного засобу, що знову прибув?
5. У 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].

Тема 5. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ

Мета роботи – розрахунок оптимального рівня завантаження НРМ.

1. Визначити частку автомобілів у загальному потоці транспортних засобів.
2. Розрахувати середньозважену вартість простою транспортної одиниці.
3. Розрахувати оптимальний рівень завантаження НРМ при нормальному законі розподілу інтервалів у потоці транспортних засобів і тривалості вантажних операцій.
4. Розрахувати оптимальний рівень завантаження НРМ при пуассонівському законі розподілу інтервалів в потоці транспортних засобів та показниковому законі розподілу 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. 17, 18. Вибір варіанта з табл. 17 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 18 – за останньою.

Вказівки до виконання

Розрахувати долю автомобілів в загальному потоці транспортних засобів можна за такою 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 17 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	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

Для розрахунку середньозваженої вартості простою транспортної одиниці існує формула

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

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

Таблиця 18 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	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 можна за формулою

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

де k_n – коефіцієнт, який враховує стохастичні характеристики потоку транспортних засобів і 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_o – середньозважена вартість простою транспортної одиниці, грн./год.; C_m – вартість простою механізму, грн./год.

При нормальному розподілі інтервалів у потоці транспортних засобів та тривалості вантажних операцій $k_n = 0,11$ для пуассонівського потоку транспортних засобів та показникового розподілу вантажних операцій

$$k_n = 1,0.$$

У тому випадку, якщо невідомий ступінь стохастичності транспортних потоків, які поступають на обслуговування, оптимальний рівень завантаження НРМ визначають за формулою

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

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

Контрольні запитання

1. Що таке рівень завантаження НРМ?
2. Що таке оптимальний рівень завантаження НРМ?
3. Дайте графічну інтерпретацію оптимального рівня завантаження. Від чого залежить і 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. У 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].

Тема 6. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ НАКОПИЧУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Мета роботи – розрахунок оптимальної величини страхового запасу вантажів на складі.

Завдання 6.1

1. Визначити значення коефіцієнта ризику.
2. Розрахувати середньоквадратичне відхилення добової витрати вантажу зі складу.
3. Визначити мінімальну і максимальну витрату вантажу зі складу.
4. Розрахувати оптимальний розмір страхового запасу при нормальному законі розподілу витрати вантажу зі складу.
5. Розрахувати оптимальний розмір страхового запасу при рівномірній витраті вантажу зі складу.
6. Зробити висновки.

Вихідні дані для виконання завдання 6.1 наведені в табл. 19, 20. Вибір варіанта з табл. 19 робиться за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, з табл. 20 – за останньою.

Вказівки до виконання

Визначають коефіцієнт ризику за формулою

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

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

Таблиця 19 – Вибір варіанта

Найменування показника	Номери варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Витрати зберігання 1т вантажу на складі, грн/доба	60	80	50	75	65	70	55	85	60	70
2. Витрати, обумовлені відсутністю 1т вантажу на складі, грн/доба	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 20 – Розподілення обсягів розходу вантажу зі складу по дням тижня, т

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

Середньоквадратичне відхилення добової витрати вантажу 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 добової витрати вантажу зі складу в i -й період часу, т; \bar{G} – середнє значення витрати вантажу зі складу за весь період спостережень, т.

Розмір страхового запасу при нормальному розподілі розходу 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 $\beta_D = 1 - P_D$

Таблиця 21 – Чисельне значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального закону розподілу

Кількість опитів	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 рівномірній витраті вантажу зі складу:

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

де G_{\max} та G_{\min} – відповідно максимальна і мінімальна витрата вантажу зі складу за період між двома черговими поставками, т.

Контрольні запитання

1. Які причини створення запасів вантажу на складі?
2. Що таке надмірні й недостатні запаси? Які наслідки їх утворення?
3. Вкажіть місце накопичувальних систем в єдиній транспортній системі. Перерахуйте їх основні функції.
4. У чому полягають особливості статичних і 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].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксенов И.Я. Единая транспортная система. – М.: Транспорт, 1991.
2. Афанасьев Л.А. и др. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1984.
3. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – К.: Вища школа, 1986.
4. Галушко В.Г. Случайные процессы и их применение на автотранспорте. – К. Вища школа, 1976.
5. Громов Н.Н. и др. Единая транспортная система. М.: Транспорт, 1987.
6. Кожин А.П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками. – М.: Высшая школа, 1979.
7. Пиньковецкий С.У., Шишков В.И., Батаев В.А. Организация работы автотранспорта в транспортных узлах. М.: Транспорт, 1986.
8. Правдин Н.В. и др. Взаимодействие различных видов транспорта. – М.: Транспорт, 1989.
9. Резер С.М. Взаимодействие транспортных систем. – М.: Наука, 1985.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до самостійної роботи і практичних завдань з дисципліни «Взаємодія видів транспорту» (для студентів напряму підготовки 6.070101 "Транспортні технології")

Укладачі: Дмитро Леонідович Бурко,
Олексій Володимирович Прасоленко

Редактор: М.З. Аляб'єв

Верстка: І.В.Волосожарова

План 2009, поз 563М

Підп. до друку 3.04.2009	Формат	60x84 1/16	Папір офісний
Друк на різнографі.	Умов.-друк.арк.1,5		Обл.-вид. арк. 2,0
Замов. №	Тираж 100 прим.		
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції,12			
Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ			
61002, Харків, вул. Революції,12			