

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

Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

**02-02-222М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни  
**«ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ»**

(частина I)

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 I)» 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. – 35 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 №1. Визначення пропускнуої здатності автомобільних доріг .....	9
4.2. Практична робота №2. Визначення пропускнуої здатності автомобільних доріг в населених пунктах .....	12
4.3. Практична робота №3. Визначення пропускнуої здатності пасажирських видів транспорту .....	21
4.4. Практична робота №4. Пропускна (переробна) здатність елементів вузлових пунктів взаємодії сухопутних видів транспорту .....	25
4.5. Практична робота №5. Розрахунок технічного обладнання складів і майданчиків .....	30
5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	35

## 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)
<b>Тема 1. Вступ. Мета і задачі курсу.</b>	
лекцій – 2 год СК-1 – РН-15	Вступ. Предмет взаємодія видів транспорту. Ціль і основні задачі вивчення дисципліни. Основні поняття та терміни.
<b>Тема 2. Пропускна здатність елементів транспортної мережі</b>	
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.
<b>Тема 3. Транспортні ринки.</b>	
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.
<b>Тема 4. Порівняльний аналіз різних видів транспорту</b>	
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.
<b>Тема 5. Форми взаємодії видів транспорту</b>	
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.
<b>Тема 6. Змішані системи перевезень вантажів та їх взаємодія</b>	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Особливості змішаних систем перевезень вантажів. Характеристики транспортно-технологічних систем.

<b>Тема 7. Взаємодія видів транспорту при використанні різних засобів пакетування.</b>	
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.
<b>Тема 8. Організація централізованого заводу вивозу вантажів.</b>	
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.
<b>Тема 9. Єдиний технологічний процес та його характеристика</b>	
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.
<b>Тема 10. Методи організації спільної роботи транспорту в транспортному вузлі</b>	
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.
<b>Тема 11. Методи і задачі оптимізації роботи різних видів транспорту</b>	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Характеристика основних методів варіантів перевезень. Особливості оптимізації обробки рухомого складу.
<b>Тема 12. Моделі управління роботою транспортних вузлів</b>	
лекцій – 2 год. практичні – 2 год СК-1 – СК – 6 РН-15 – РН - 16	Оперативне управління транспортним процесом. Оптимізаційні задачі та методи їх вирішення.
<b>Тема 13. Координація роботи різних видів транспорту</b>	
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.

<b>Тема 14. Взаємодія різних видів транспорту при пасажирських перевезеннях</b>	
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.
<b>Тема 15. Контроль за технологічним процесом взаємодії видів транспорту</b>	
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 №1. Визначення пропускної здатності автомобільних доріг

**Мета роботи:** Ознайомитися з методами визначення пропускної здатності автомобільних доріг за межами населених пунктів.

**Зміст роботи:** Дослідити основні методичні підходи та навчитися визначати пропускну здатність автомобільних доріг різної категорії з врахуванням різних дорожніх умов.

#### *Теоретичне обґрунтування*

Пропускна здатність лінійного елемента системи – це найбільша кількість транспортних одиниць, яка може бути обслужена системою за даний час при певному її технічному оснащенні і прогресивній технології роботи.

Теоретична пропускна здатність прямої і горизонтальної ділянки руху легкових автомобілів за 1 год. визначається за формулою:

$$P_T = 3600 / I_a, \text{ авт./год.},$$

де  $I_a$  – інтервал руху між попутно прямуючими автомобілями, с

$$I_a = (L / v_{max}) \cdot 3,6, \text{ с},$$

де  $L$  – довжина ділянки дороги, яка припадає на один автомобіль, м;

$v_{max}$  – розрахункова швидкість руху автомобілів, км/год. (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

#### Розрахункова швидкість руху автомобіля залежно від категорії дороги

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

\* – чисельник для пересічної місцевості, знаменник для гірської.

Довжина ділянки дороги, що припадає на один автомобіль визначається за формулою

$$L = l_p + l_z + l_\sigma + l_a, \text{ м},$$

де  $l_p$  – відстань, яку проходить автомобіль за час реакції водія, м;  $l_z$  – різниця гальмівного шляху заднього та переднього автомобілів, м: приймаємо рівною 0;  $l_\sigma$  – інтервал безпеки, м;  $l_a$  – габаритна довжина автомобіля, м.

$$l_p = (v_{maxp}) / 3,6, \text{ м},$$

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

Пропускна здатність смуги руху по мосту, розташованого на прямій в плані і при похилі до 10%, визначається за формулою:

$$P_m = 420 + 43\Gamma - 2,285L_m + 0,275\Gamma L_m, \text{ авт./год.},$$

де  $\Gamma$  – габарит (ширина проїжджої частини) мосту,  $m$ ;  $L_m$  – довжина мосту,  $m$ .

Пропускна здатність смуги руху на підході до мосту

$$P_{nm} = 413 + 27b - 0,7i + 0,0635R + 434,6\eta_l, \text{ авт./год.},$$

де  $b$  – ширина проїжджої частини на підході до мосту,  $m$ ;  $i$  – поздовжній похил, %;  $R$  – радіус кривої в плані,  $m$ ;  $\eta_l$  – частка легкових автомобілів в потоці, %.

## ЗАДАЧІ

### Задача №1

Визначити теоретичну пропускну здатність смуги ділянки автомобільної дороги I категорії. Технічний стан і режими гальмування переднього і заднього автомобілів однакові, тому  $l_e = 0$ . Довжина автомобіля  $l_a = 5$  м. Після зупинки відстань безпеки між автомобілями складає  $l_b =$  (див. вихідні дані, табл. 1.1, графа 2),  $m$ , і розрахункова швидкість  $v_{max} =$  (див. вихідні дані, табл. 1.2, графа 3),  $m$ . **№ варіанту приймається згідно списку групи в журналі.**

Таблиця 1.2

Вихідні дані до задач 1, 2

№ варіанту	Відстань безпеки між автомобілями після зупинки, $m$	Розрахункова швидкість руху автомобіля, $км/год.$	Довжина ділянки дороги по мосту через річку, $m$	Радіус кривої в плані заданої ділянки дороги, $m$
1	2	3	4	5
1	6	51	101	801
2	7	52	102	802
3	8	53	103	803
4	9	54	104	804
5	10	55	105	805
6	11	56	106	806
7	12	57	107	807
8	13	58	108	808
9	14	59	109	809
10	15	60	110	810
11	16	61	111	811
12	17	62	112	812
13	18	63	113	813
14	19	64	114	814
15	20	65	115	815
16	21	66	116	816

17	22	67	117	817
18	23	68	118	818
19	24	69	119	819
20	25	70	120	820
21	26	71	121	821
22	27	72	122	822
23	28	73	123	823
24	29	74	124	824
25	30	75	125	825

### Приклад розв'язку

Згідно з наведеними вище формулами

$$L = \frac{150}{3,6} + 5 + 5 = 51,7 \text{ м}; \quad I_a = \frac{51,7 \cdot 3,6}{150} = 1,24 \text{ с};$$

$$П = \frac{3600}{1,24} = 2900 \text{ легк. авт./год.}$$

### Задача №2

На ділянці дороги *A-B* розташований міст через річку довжиною (див. вихідні дані, табл. 1.2, графа 4) *м*. Ширина проїжджої частини на підході до мосту з однієї та іншої сторони складає 7,5 *м*, а ширина мосту – 6 *м*. Міст горизонтальний і прямолінійний. Підхід до мосту зі сторони *B* має криву в плані радіусом (див. вихідні дані, табл. 1.2, графа 5) *м*, а зі сторони *A* на прямій ділянці в плані похил 8%. В транспортному потоці частка легкових автомобілів складає 30%. Визначити пропускну здатність мостового переходу.

### Приклад розв'язку

Згідно з формулами для даних умов

$$П_m = 420 + 43 \cdot 6 - 2,285 \cdot 100 + 0,257 \cdot 6 \cdot 100 \approx 604 \text{ авт./год.}$$

Враховуючи, що підходи до мосту з двох сторін мають різні характеристики, визначаємо пропускну здатність кожного з них.

Підхід зі сторони *A*

$$П_{пм}^A = 413 + 27 \cdot 7,5 - 0,7 \cdot 8 + 434,6 \cdot 0,3 \approx 740,4 \text{ авт./год.}$$

Підхід зі сторони *B*

$$П_{пм}^B = 413 + 27 \cdot 7,5 + 0,0635 \cdot 800 + 434,6 \cdot 0,3 \approx 796,4 \text{ авт./год.}$$

### Контрольні тестові запитання.

**1. Сукупність шляхів сполучення всіх видів транспорту і транспортних вузлів, рухомі транспортні одиниці, а також різні форми і методи організації перевізного процесу включає:**

- 1) єдина глобальна транспортна система країни
- 2) взаємодія видів транспорту
- 3) транспортна система
- 4) транспортна географія
- 5) транспортна логістика

**2. Який вид транспорту взаємодіє практично з усіма видами транспорту:**

- 1) залізничний
- 2) повітряний
- 3) морський
- 4) автомобільний
- 5) річковий

**3. Пунктами безпосередньої взаємодії різних видів транспорту є:**

- 1) дороги
- 2) транспортні вузли
- 3) вантажні станції
- 4) перевалочні бази
- 5) склади

**4. Діяльність спрямована на реалізацію спільної мети, яка передбачає найбільш повне використання всіх ресурсів і можливостей транспортної системи – це:**

- 1) координація
- 2) організація
- 3) взаємодія
- 4) технологія
- 5) економіка

**5. Сукупність спеціально обладнаних шляхів сполучень одного чи декількох видів транспорту у межах території, що розглядається називається:**

- 1) транспортний вузол
- 2) транспортна система
- 3) інфраструктура транспорту
- 4) взаємодія видів транспорту
- 5) транспортна мережа

## **Практична робота № 2. Визначення пропускної здатності автомобільних доріг в населених пунктах**

**Мета роботи:** ознайомлення з методичними підходами до визначення пропускної здатності автомобільних доріг в межах населених пунктів.

**Зміст роботи:** використовуючи класичні методи навчитися визначати пропускну здатність автомобільних доріг в межах різних населених пунктів.

### ***Теоретичне обґрунтування***

Пропускна здатність автомобільної дороги в межах населеного пункту сільського типу визначається за формулою:

$$P_{\text{пн}} = (1968,8 - 487,5L + 11,2l + 7,5Ll)K_1K_2K_3, \text{ авт./год.},$$

де  $L$  – довжина ділянки дороги в межах населеного пункту, км ( $0,5 \leq L \leq 2,5$ );  $l$  – відстань від кромки проїжджої частини до лінії забудови, м ( $5 \leq l \leq 25$ );  $K_1$  – коефіцієнт, що враховує вплив наявності пішохідного переходу, приймається по табл. 1 додатку 2;  $K_2$  – коефіцієнт, що враховує вплив стоянки, приймається по табл. 2 додатку 2;  $K_3$  – коефіцієнт, що враховує вплив кривої в плані, приймається по табл. 3 додатку 2.

Практична пропускна здатність однієї смуги руху

$$P_{\text{п}} = P_{\text{max}}, \text{ авт./год.},$$

де  $P_{\text{max}}$  – максимальна практична пропускна здатність смуги руху легкових автомобілів/год. Відповідно до нормативів рекомендується приймати; для односмугових доріг – 800, двохсмугових – 2000, трьохсмугових – 4000 в дві сторони, а для доріг, що мають 4, 6 і 8 смуг руху – відповідно 2000, 2200 і 2300 легкових автомобілів/год. по одній смузі;  $\beta$  – коефіцієнт, що відображає вплив технологічних характеристик елементів дороги на її пропускну здатність

$$\beta = \prod_{i=1}^{15} \beta_i,$$

де  $\beta_i$  – часткові коефіцієнти, значення яких визначають із додатків.

## **ЗАДАЧІ**

### **Задача 1**

Визначити пропускну здатність ділянок дороги А-Б в межах населених пунктів В і Г сільського типу. Населений пункт В розташований на прямій горизонтальній ділянці, а пункт Г – на кривій радіусом (див. вихідні дані, табл. 2.1, графа 2), м. В пункті Г є стоянка з двох сторін дороги (за рахунок розширення обочини дороги). Частка легкових автомобілів в транспортному потоці складає (див. вихідні дані, табл. 2.1, графа 3), %. Інші дані, що характеризують населені пункти, наведені в табл. 2.2. Значення коефіцієнтів  $K_1, K_2, K_3$  вибираємо з додатків таблиць 2.3; 2.4; 2.5.

Таблиця 2.1

## Вихідні дані до задачі 1

№ варіанту	Радіус кривої ділянки дороги в межах пункту Г, м	Частка легкових автомобілів в транспортному потоці, %
1	2	3
1	501	31
2	502	32
3	503	33
4	504	34
5	505	35
6	506	36
7	507	37
8	508	38
9	509	39
10	510	40
11	511	41
12	512	42
13	513	43
14	514	44
15	515	45
16	516	46
17	517	47
18	518	48
19	519	49
20	520	50
21	521	51
22	522	52
23	523	53
24	524	54
25	525	55

Таблиця 2.2

## Вихідні дані до задачі 1, що характеризують населені пункти

Показники характеристики	Населений пункт	
	<i>В</i>	<i>Г</i>
Довжина забудови, <i>L</i> , км	0,95	1,25
Відстань від кромки проїжджої частини до лінії забудови, <i>l</i> , м	5	18
Інтенсивність руху в «час пік» на пішохідному переході, <i>чол./год.</i>	100	200
Ширина проїжджої частини дороги, <i>м</i>	7,0	7,5
Ширина обочини, <i>м</i>	3,0	3,75

Таблиця 2.3

Інтенсивність руху пішоходів, чол./год.	Значення $K_1$ при частці легкових автомобілів в потоці, %			
	100	70	50	30
<100	1,00	1,00	0,9	0,8
100-200	0,95	0,90	0,8	0,7
200-300	0,9	0,8	0,7	0,6
300-400	0,85	0,7	0,6	0,5

Таблиця 2.4

Обладнання стоянки	$K_2$
Стоянка віддалена від кромки проїзної частини і має прохідно-швидкісні смуги	1,0
Стоянка обладнана (за рахунок розширення обочини)	0,8
Стоянка не обладнана	0,6

Таблиця 2.5

Довжина населеного пункту, км	Значення $K_3$ залежно від радіуса кривої в плані, м				
	100	100-250	250-450	450-600	600
0,3 - 0,7	0,81	0,89	0,95	0,96	0,97
0,7 - 1,25	0,84	0,92	0,97	0,98	0,98
1,25 - 1,75	0,86	0,94	0,97	1	1
1,75 - 2,25	0,88	0,95	0,98	1	1
2,2 - 2,75	0,90	0,96	1	1	1

### Приклад розрахунку 1

Для прийнятих вихідних даних пропускна здатність складе:

- 1) населений пункт В при  $K_1 = 0,7$  (отримане екстраполяцією)

$$P_{nn}^B = (1968,8 - 487,5 \cdot 0,95 + 11,2 \cdot 5 + 7,5 \cdot 0,95 \cdot 5) \cdot 0,7 = 1766 \text{ авт./год.}$$

- 2) населений пункт Г при  $K_1 = 0,7$ ;  $K_2 = 0,8$ ;  $K_3 = 0,98$

$$P_{nn}^G = (1968,8 - 487,5 \cdot 1,25 + 11,2 \cdot 18 + 7,5 \cdot 1,25 \cdot 18) \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,98 = 1618 \text{ авт./год.}$$

### Задача 2

Автомобільна дорога А-Б що складається з двох смуг руху, II категорії проходить через два населених пункти В і Г сільського типу. Дорога має асфальтоване покриття без поверхневої обробки. Обочини дороги мають те ж покриття, що і проїзна частина. Майданчики для зупинок відділені від проїзної частини і мають спеціальні смуги для в'їзду. Смуги руху відокремлені осью розміткою. Склад руху по дорозі наступний: автопоїздів (див. вихідні дані, табл. 2.6, графа 2), автомобілів малої вантажопідйомності (див. вихідні дані, табл. 2.6,

графа 3), автомобілів середньої вантажопідйомності (див. вихідні дані, табл. 2.6, графа 4), автобусів (див. вихідні дані, табл. 2.6, графа 5) і легкових автомобілів (див. вихідні дані, табл. 2.6, графа 6). Інші характеристики ділянок дороги А-Б наводяться в табл. 2.7. Визначити практичну пропускну здатність ділянок дороги. Інші додатки до задачі 2 наведено після прикладу розв'язку.

Таблиця 2.6

Вихідні дані до задачі 2

№ варіанту	Склад руху по автомобільній дорозі, %				
	авто-поїзди	автомобілі малої вантажопідйомності	автомобілі середньої вантажопідйомності	автобуси	легкові автомобілі
1	2	3	4	5	6
1	5	20	40	5	30
2	6	19	39	6	30
3	7	18	38	7	30
4	8	17	37	7	31
5	9	16	37	8	30
6	10	15	36	9	30
7	9	17	35	10	29
8	8	16	34	9	33
9	7	17	33	8	35
10	5	18	32	7	35
11	6	17	31	8	38
12	4	19	30	9	38
13	5	20	31	10	34
14	6	18	32	9	35
15	7	19	33	8	33
16	8	17	34	7	34
17	9	16	35	7	33
18	10	16	36	6	32
19	9	17	37	5	32
20	8	18	36	5	33
21	7	19	35	6	33
22	6	20	34	6	34
23	5	19	33	7	36
24	6	18	33	8	35
25	7	17	32	9	35

Таблиця 2.7

Додаткові вихідні дані до задачі 2

Параметри дороги	Ділянки дороги		
	А-В	В-Г	Г-Б
Ширина смуги руху, м	7,5	7,5	7,5
Ширина обочини, м	3,0	3,75	3,75
Відстань від кромки проїзної частини до бокових перешкод, м	2,5	2,0	2,5



Поздовжній похил, ‰	0	0	20
Довжина підйому, м	0	0	200
Відстань видимості, м	350	250	350
Радіус кривих в плані, м	700	500	700
Обмеження швидкості руху дорожніми знаками, км/год.	60	40	50

### Приклад розрахунку 2

Результати розрахунків практичної пропускної здатності ділянок дороги в одному напрямку наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

#### Результати розрахунків задачі 2

Ділянка дороги	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$	$\beta_7$	$\beta_8$	$\beta_9$	$\beta_{10}$	$\beta_{11}$	$\beta_{12}$	$\beta_{13}$	$\beta_{14}$	$\beta_{15}$	$\beta_{16}$	$\Pi_n$
А-В	1	0,97	1	0,92	1	1	1	1	1	1	0,91	1	1,02	1,02	1,1	0,71	563
В-Г	1	1	0,99	1	1	0,98	0,99	0,96	1	1	0,91	1	1,02	0,96	1,1	0,71	642
Г-Б	1	1	1	0,92	0,97	1	1	0,98	1	1	0,91	1	1,02	0,98	1,1	0,71	621

Аналіз таблиці 2.5 показує, що результуюча пропускна здатність автомобільної дороги складає 563 автомобілів/год.

### Додатки до задачі 2

#### Значення коефіцієнтів $\beta_i$

Коефіцієнти, які впливають на пропускну здатність:

$\beta_1$  – коефіцієнт, що враховує ширину смуги руху:

На дорогах з багатьма смугами руху:

Ширина смугами руху, м.....< 3,0 3,5 > 3,75

$\beta_1$ .....0,9 0,96 1,0

На дорогах з двома смугами руху:

Ширина проїзної частини, м....6,0 7,0 7,5

$\beta_1$ .....0,85 0,9 1,0

$\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує ширину обочини:

Ширина обочини, м.....3,75 3,0 2,5 2,0 1,5

$\beta_2$ .....1,0 0,97 0,92 0,8 0,7

$\beta_3$  – коефіцієнт, що враховує відстань від краю проїзної частини до бокових перешкод приймається із табл. 2.9

Таблиця 2.9

Відстань від краю проїзної частини до бокових перешкод, м	Значення $\beta_3$ при ширині смуги руху, м		
		3,75	3,5

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

*Примітка.* Коефіцієнт  $\beta_3$  на підйомах не враховується.

$\beta_4$  – коефіцієнт, що враховує склад вантажного руху, приймається з табл. 2.10

Таблиця 2.10

Частина автопоїздів в транспортному потоці, %	Значення $\beta_4$ при частині легких і середніх вантажних автомобілів в 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

$\beta_5$  – коефіцієнт, що враховує вплив поздовжнього похилу, приймається з табл. 2.11

Таблиця 2.11

Поздовжній похил	Довжина підйому, м	Значення $\beta_5$ при частині автопоїздів в 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

$\beta_6$  – коефіцієнт, що враховує відстань видимості:

Відстань видимості, м...< 50 50-100 100-150 150-250 250-350 > 350  
 $\beta_6$ ..... 0,68 0,73 0,84 0,90 0,98 1,0

$\beta_7$  – коефіцієнт, що враховує план лінії:

Радіус кривих в плані, м...< 100 100-250 250-450 450-600 > 600  
 $\beta_7$ ..... 0,85 0,90 0,96 0,99 1,0

$\beta_8$  – коефіцієнт, що враховує вплив обмеження швидкості на окремих ділянках дороги:

Обмеження швидкості, км/год. .... 10 20 30 40 50 60  
 $\beta_8$  ..... 0,44 0,76 0,88 0,96 0,98 1,0

$\beta_9$  – коефіцієнт, що враховує тип і характер руху на перетині автомобільних доріг, приймається з табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Частина автомобілів повертаючи наліво, %	Тип перетину					
	Т-виду			Чотирьохстороннє		
	Ширина проїзної частини основної дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
<i>Необладнане перехрестя</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 обладнане перехрестя з острівками без перехідно-швидкісних смуг</i>						
0	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00
20	0,97	0,98	1,00	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92
<i>Повністю обладнане перехрестя</i>						
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	0,97	0,98	0,99	0,95	0,95	0,98

$\beta_{10}$  – коефіцієнт, що враховує укріплення обочин

Те ж покриття, що і проїзної частини.....1,0  
 Щєбінь (без крайової смуги або з крайовою смугою з бетонних плит).....0,99  
 Посів трав.....0,95  
 В сухому стані без укріплення.....0,90  
 Слизькі, покриті брудом.....0,45

$\beta_{11}$  – коефіцієнт, що враховує покриття дороги:

Шершаве асфальтоцементне або чорне із щебеню.....	1,0
Збірне бетонне.....	0,86
Асфальтобетонне без поверхневої обробки.....	0,91
Кам'яна мостова .....	0,42
Ґрунтова дорога, суха (без пилу).....	0,90
Ґрунтова дорого розмокла.....	0,1-0,3

$\beta_{12}$  – коефіцієнт, що враховує розміщення майданчиків відпочинку, СТО або зупинкових пунктів відносно проїзної частини дороги:

Майданчик відпочинку, СТО або зупинковий майданчик повністю відокремлені від проїзної частини основної дороги і мають спеціальні смуги для в'їзду.....	1,0
Наявні лише смуги відгону ширини.....	0,98
Відсутні смуги відгону ширини.....	0,80
Не відділені від проїзної частини.....	0,64

$\beta_{13}$  – коефіцієнт, що враховує наявність розмітки дороги:

Осьова.....	1,02
Крайова і осьова.....	1,05
Додаткова смуга на підйомах.....	1,50
Те ж на дорозі з чотирма смугами.....	1,23
Те ж на дорозі з трьома смугами.....	1,30
Подвійна осьова.....	1,12

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

$\beta_{15}$  – коефіцієнт, що враховує склад пасажирського руху в транспортному потоці, приймається з табл. 2.13

Таблиця 2.13

Відсоток автобусів в потоці, %	$\beta_{15}$ при частині легкових автомобілів в потоці, %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

### Контрольні тестові запитання.

#### 1. Головними елементами транспортної системи є:

- 1) рухомий склад та дороги
- 2) транспортна інфраструктура та рухомий склад
- 3) транспортні мережі та вузли
- 4) всі види транспорту
- 5) транспортні засоби та інфраструктура

**2. Сукупність спеціально обладнаних шляхів сполучень одного чи декількох видів транспорту у межах території, що розглядається називається:**

- 1) транспортний вузол
- 2) транспортна система
- 3) інфраструктура транспорту
- 4) транспортна мережа
- 5) взаємодія видів транспорту

**3. Якщо топологічна складність транспортної мережі з плином часу постійно зменшується, то відбувається процес:**

- 1) мережонародження
- 2) мережоруйнування
- 3) мережостабільності
- 4) мережорозвитку
- 5) мережорозвантаження

**4. Переваги прямокутної схеми транспортної мережі міста:**

- 1) зручність для сполучення периферії з центром
- 2) розвантажується центр міста
- 3) наявність дублюючих напрямів і зручність забудови кутових ділянок
- 4) збільшення щільності транспортної мережі в центрі міста
- 5) відсутність безпосереднього зв'язку між периферійними пунктами

**5. Відношення відстані між двома точками лінії транспорту, розміщеної не на одній магістралі, до найкоротшої відстані по повітряній прямій називається:**

- 1) коефіцієнтом непрямолінійності
- 2) коефіцієнтом прямолінійності
- 3) коефіцієнтом надійності шляху
- 4) коефіцієнтом відстані між двома точками
- 5) коефіцієнтом пробігу

### **Практична робота №3. Визначення пропускної здатності пасажирських видів транспорту**

**Мета роботи:** Мета: дослідження методів та підходів до визначення пропускної здатності зупинкових пунктів різних видів транспорту.

**Зміст роботи:** навчитися визначати пропускну здатність зупинкових пунктів різних видів транспорту.

### *Теоретичне обґрунтування*

Пропускна здатність зупинкового пункту  $j$ -того виду транспорту визначається за формулою:

$$Z_j = \frac{3600T_p}{t_{cj} + \tau_j + t_{dj}}, \quad (3.1)$$

де  $T_p$  – розрахунковий період, год.;  $t_{cj}$  – середній час стоянки  $j$ -того виду транспорту при посадці і висадці пасажирів, с;  $\tau_j$  – середні затрати часу на прискорення при початку руху і уповільнення при гальмуванні, с;  $t_{dj}$  – додатковий проміжок часу, необхідний для під'їзду транспорту до зупинного пункту, с.

Загальне число пасажирів, що приїжджають і від'їжджають з привокзальної площі за розрахунковий період:

$$N_{nac} = \sum_{j=1}^d \overline{N}_j m_j z_j, \text{ чол.}, \quad (3.2)$$

де  $\overline{N}_j$  – середнє число пасажирів, що може бути вивезене  $j$ -тим видом міського транспорту (приймається по табл. 3.1);  $m_j$  – число зупинних пунктів на привокзальній площі  $j$ -того виду транспорту;  $z_j$  – пропускна здатність міських видів транспорту.

Таблиця 3.1

Кількість екіпажів	Місткість рухомого складу, чол.				
	Метрополітен	Трамвай		Тролейбус	Автобус
		швидкісний	звичайний		
Один	-	-	100	80	50-80
Два	-	200	200	130	100
Шість	720	-	-	-	-
Вісім	960	-	-	-	-

При розв'язку задач № варіанту відповідає порядковому номеру студента в списку групи.

Таблиця 3.2

#### Вихідні дані до задач 1 і 2.

№ варіанту	Розрахунковий період для визначення пропускної здатності автобусного пункту на привокзальній площі, хв.	Пропускна здатність автобусів привокзальної площі за розрахунковий період	Пропускна здатність тролейбусів привокзальної площі за розрахунковий період
1	2	3	4
1	240	54	25
2	241	55	26
3	242	56	27
4	243	57	28
5	244	58	29

6	245	59	30
7	246	60	31
8	247	61	32
9	248	62	33
10	249	63	33
11	250	64	35
12	251	65	36
13	252	66	37
14	253	67	38
15	254	68	39
16	255	69	40
17	256	70	41
18	257	71	42
19	258	72	43
20	259	73	44
21	260	74	45
22	261	75	46
23	262	76	47
24	263	77	48
25	264	78	49

## ЗАДАЧІ

### Задача №1

Визначити пропускну здатність автобусного зупинкового пункту на привокзальній площі за розрахунковий період (див. вихідні дані, табл. 3.2, графа 2) *хв.* В результаті хронометражних спостережень було встановлено, що середній час стоянки автобуса при посадці і висадці пасажирів складає 5 *хв.*, на гальмування при під'їзді до зупинного пункту і прискорення при від'їзді витрачається по 8 *сек.*, для під'їзду до зупинного пункту необхідний додатковий час 5 *сек.*

#### Приклад розрахунку 1

Пропускна здатність зупинного пункту  $j$ -того виду транспорту визначається за формулою:

$$Z_j = \frac{3600 \cdot 4}{300 + 8 + 5} = 46 \text{ автобусів}$$

Приймаємо  $Z_j = 46$  автобусів.

### Задача №2

Вивіз і підвіз пасажирів до залізничної станції здійснюється трьома видами міського транспорту (автобусом, тролейбусом і трамваем). На привокзальній площі знаходиться три зупинки автобуса, дві – тролейбуса і одна – трамвая. Пропускна здатність міських видів транспорту складає відповідно транспортних одиниць: (див. вихідні дані, табл. 3.2, графа 3) автобусів, (див. вихідні дані, табл. 3.2, графа 4)

тролейбусів і 30 трамваїв за розрахунковий період 3 години. В складі екіпажу трамвая два вагони, автобуса і тролейбуса – по одному. Визначити пропускну здатність привокзальної площі.

### Приклад розрахунку 2

Знайдемо середнє число пасажирів, що може бути вивезене  $j$ -тим видом міського транспорту виходячи з даних табл. 3.3.

Після підстановки вихідних даних отримуємо

$$N_{нас} = 60 \cdot 3 \cdot 43 + 80 \cdot 2 \cdot 34 + 200 \cdot 30 = 19180 \text{ чол.}$$

Таблиця 3.3

### Місткість рухомого складу міського пасажирського транспорту

Кількість екіпажів	Місткість рухомого складу, чол.				
	Метрополітен	Трамвай		Тролейбус	Автобус
		швидкісний	звичайний		
Один	-	-	100	80	50-80
Два	-	200	200	130	100
Шість	720	-	-	-	-
Вісім	960	-	-	-	-

### Контрольні тестові запитання.

**1. Найбільша кількість транспортних одиниць, які можуть бути опрацьовані системою в заданий час, при якому вірогідність обслуговування в розрахунковому періоді не меншої кількості транспортних одиниць буде рівною, або більше наперед заданої вірогідності  $P$  – це:**

- 1) провізна здатність транспортної системи
- 2) розрахункова здатність транспортної системи
- 3) планова здатність транспортної системи
- 4) пропускну здатність транспортної системи
- 5) експлуатаційна здатність транспортної системи

**2. При детермінованому визначенні пропускну здатності елементів транспортної системи, пропускну здатність лінійного елемента системи – це:**

- 1) найменша кількість транспортних одиниць, які можуть бути опрацьовані системою в заданий час при певному її технічному облаштуванні
- 2) найбільша кількість транспортних одиниць, які можуть бути опрацьовані системою в заданий час при певному її технічному облаштуванні
- 3) стабільна кількість транспортних одиниць, які опрацьовуються системою в заданий час при певному її технічному облаштуванні



- 4) змінна кількість транспортних одиниць, які опрацьовуються системою в заданий час при певному її технічному облаштуванні
- 5) тимчасова кількість транспортних одиниць, які опрацьовуються системою в заданий час при певному її технічному облаштуванні

**3. Яка сфера взаємодії передбачає погодження технічних та експлуатаційних характеристик транспортних засобів, на взаємодіючих напрямках з метою прискорення технологічних операцій та економії ресурсів:**

- 1) технологічна
- 2) комерційно-правова
- 3) інформаційно-організаційна
- 4) економічна
- 5) технічна

**4. Яка сфера взаємодії передбачає організацію комплексної системи експлуатації різних видів транспорту:**

- 1) технічна
- 2) технологічна
- 3) комерційно-правова
- 4) інформаційно-організаційна
- 5) економічна

**5. Яка сфера взаємодії включає розробку єдиної методичної основи визначення експлуатаційних витрат, собівартості перевезень, ефективності капіталовкладень:**

- 1) технічна
- 2) технологічна
- 3) комерційно-правова
- 4) інформаційно-організаційна
- 5) економічна

#### **Практична робота №4. Пропускна (переробна) здатність елементів вузлових пунктів взаємодії сухопутних видів транспорту**

**Мета роботи:** дослідити методичні підходи та навчитися розв'язувати задачі на визначення пропускної здатності вантажного фронту автомобільного транспорту.

**Зміст роботи:** за допомогою існуючих методів навчитися розв'язувати задачі про визначення пропускної здатності вантажного фронту автомобільного транспорту.

### **Теоретичне обґрунтування**

Розрахункове значення пропускної здатності залежно від прийнятого рівня вірогідності знаходиться з допомогою додатку 4.2. В даному випадку значення  $n = n_p$ , при якому виконується нерівність

$$\sum_{n=n_p}^k P_k(n) = \sum_{n=n_p}^k C_k^n P^n (1-P)^{k-n} \geq 0,95, \quad (4.1)$$

лежить в інтервалі  $8 < n_p < 9$ .

Використаємо апроксимацію біноміального розподілу за нормальним законом та за формулою:

$$P(n \geq n_p) = \frac{1}{\sigma_{II} \sqrt{2\pi}} \int_n^{\infty} \exp \left[ -\frac{(n - \bar{n})^2}{2\sigma_{II}^2} \right] dn = 1 - \Phi \left( \frac{n - \bar{n}}{\sigma_{II}} \right). \quad (4.2)$$

Середнє квадратичне відхилення визначимо за формулою:

$$\sigma_{II} = \sqrt{k \cdot P(1-P)}. \quad (4.3)$$

$\Phi \left( \frac{n - \bar{n}}{\sigma_{II}} \right)$  – табульований інтеграл вірогідності (Вентцель Е.С. «Исследование операций»).

## **ЗАДАЧІ**

### **Задача №1**

Визначити пропускну здатність вантажного фронту зі сторони автомобільного транспорту, якщо відомо, що розподіл часу обслуговування одного автомобіля описується геометричним розподілом з параметрами  $\bar{t}$ , год. (див. вихідні дані, табл. 4.1, графа 2) і  $t_M$ , год. (див. вихідні дані, табл. 4.1, графа 3). Час роботи вантажного пункту  $T_p = 7$  год.

Таблиця 4.1

Вихідні дані до задачі 1

№ варіанту	Параметр $\bar{t}$ , год.	Параметр $t_M$ , год.
1	2	3
1	0,56	0,28
2	1,56	1,28
3	2,56	2,28
4	3,56	3,28
5	4,56	4,28
6	5,56	5,28
7	6,56	6,28
8	7,56	7,28
9	8,56	8,28
10	9,56	9,28
11	10,56	10,28

12	11,56	11,28
13	12,56	12,28
14	13,56	13,28
15	14,56	14,28
16	15,56	15,28
17	16,56	16,28
18	17,56	17,28
19	18,56	18,28
20	19,56	19,28
21	20,56	20,28
22	21,56	21,28
23	22,56	22,28
24	23,56	23,28
25	24,56	24,28

### Приклад розрахунку 1

В першу чергу визначаємо параметри

$$P = 0,28 : 0,56 = 0,5; k = 7 : 0,28 = 25.$$

Розрахункове значення пропускну́ї здатності в залежності від прийнятого рівня вірогідності знаходиться з допомогою таблиці 4.2. В даному випадку значення  $n = n_p$ , при якому виконується нерівність

$$\sum_{n=n_p}^k P_k(n) = \sum_{n=n_p}^k C_k^n P^n (1-P)^{k-n} \geq 0,95$$

лежить в інтервалі  $8 < n_p < 9$ .

Враховуючи, що  $\bar{n} = 7 : 0,56 = 12,5 > 10$ , використаємо апроксимацію біноміального розподілу за нормальним законом.

$$\sigma = \sqrt{k \cdot P(1-P)} = \sqrt{25 \cdot 0,5(1-0,5)} = 2,5 \text{ автомобілі}$$

при  $n = 9$  табульований інтеграл вірогідності  $\Phi = 0,0577$  і для  $n=8$   $\Phi = 0,0199$ , умовно приймаємо для всіх варіантів, знайдемо:

$$P(n \geq 9) = 1 - \Phi\left(\frac{9-12,5}{2,5}\right) = 1 - \Phi(-1,4) = 1 - 0,0808 \approx 0,92;$$

$$P(n > 8) = 1 - \Phi(-1,8) = 1 - 0,0359 = 0,9641.$$

Таким чином,  $8 < n_p < 9$ . Відповідь збігається з точним методом розрахунку.

Таблиця 4.2.

Розрахункове значення пропускну́ї здатності в залежності від прийнятого рівня довірчої вірогідності

$k_n$	$P$							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,410	0,672	0,832	0,922	0,969	0,990	0,998	1,00

2	0,081	0,263	0,472	0,663	0,812	0,913	0,969	0,993
3	0,009	0,058	0,163	0,317	0,500	0,683	0,837	0,942
10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,651	0,893	0,972	0,994	0,999	1,00	1,00	1,00
2	0,264	0,624	0,851	0,954	0,989	0,998	1,00	1,00
3	0,070	0,332	0,671	0,833	0,945	0,988	0,988	1,00
4	0,013	0,121	0,350	0,618	0,828	0,945	0,989	0,999
5	0,002	0,033	0,150	0,367	0,623	0,834	0,953	0,994
6	0	0,006	0,047	0,166	0,377	0,633	0,850	0,967
7	0	0,001	0,011	0,055	0,172	0,382	0,650	0,879
15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,794	0,965	0,995	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,451	0,833	0,965	0,995	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,184	0,602	0,873	0,973	0,996	1,00	1,00	1,00
4	0,056	0,352	0,703	0,909	0,982	0,998	1,00	1,00
5	0,013	0,164	0,485	0,783	0,941	0,991	0,999	1,00
6	0,02	0,061	0,278	0,597	0,849	0,966	0,996	1,00
7	0	0,018	0,131	0,390	0,696	0,905	0,985	0,999
8	0	0,004	0,050	0,213	0,500	0,787	0,950	0,996
9	0	0,001	0,015	0,095	0,304	0,610	0,869	0,982
10	0	0	0,004	0,034	0,151	0,403	0,722	0,939
20	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,878	0,988	0,999	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,608	0,931	0,992	0,999	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,323	0,794	0,965	0,996	1,00	1,00	1,00	1,00
4	0,133	0,589	0,983	0,984	0,999	1,00	1,00	1,00
5	0,043	0,370	0,762	0,949	0,994	1,00	1,00	1,00
6	0,011	0,196	0,584	0,874	0,979	0,998	1,00	1,00
7	0,002	0,087	0,392	0,750	0,942	0,994	1,00	1,00
8	0	0,032	0,228	0,584	0,868	0,979	0,999	1,00
9	0	0,010	0,113	0,404	0,748	0,943	0,995	1,00
10	0	0,003	0,048	0,245	0,588	0,872	0,983	0,999
11	0	0,001	0,017	0,128	0,412	0,755	0,952	0,997
12	0	0	0,005	0,057	0,252	0,596	0,887	0,990
13	0	0	0,001	0,132	0,245	0,416	0,772	0,968
14	0	0	0	0,021	0,058	0,250	0,608	0,913
25	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,928	0,996	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,729	0,973	0,998	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,463	0,902	0,991	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	0,236	0,776	0,967	0,998	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,098	0,579	0,910	0,991	1,00	1,00	1,00	1,00
6	0,033	0,383	0,807	0,971	0,998	1,00	1,00	1,00
7	0,009	0,220	0,659	0,926	0,993	1,00	1,00	1,00
8	0,002	0,109	0,488	0,846	0,978	0,999	1,00	1,00
9	0	0,047	0,323	0,726	0,946	0,996	1,00	1,00
10	0	0,017	0,189	0,575	0,885	0,987	1,00	1,00
11	0	0,006	0,098	0,414	0,788	0,966	0,988	1,00
12	0	0,002	0,044	0,268	0,655	0,922	0,994	1,00
13	0	0	0,017	0,154	0,500	0,846	0,983	1,00
14	0	0	0,006	0,078	0,345	0,732	0,956	0,998

15	0	0	0,002	0,034	0,212	0,586	0,902	0,994
16	0	0	0	0,013	0,115	0,425	0,811	0,983
17	0	0	0	0,004	0,054	0,274	0,677	0,953

### **Контрольні тестові запитання.**

#### **1. Причиною формування транспортної системи є:**

- 1) матеріальне виробництво
- 2) транспортні засоби
- 3) суспільні потреби
- 4) економічні відносини
- 5) міжнародні зв'язки

#### **2. Транспорт як система виступає складовою частиною:**

- 1) сфери споживання
- 2) сфери економіки
- 3) сфери технології
- 4) сфери обігу
- 5) сфери транспорту

#### **3. Рационально організувати транспортний процес, що є сукупністю операцій з вантажем і транспортними засобами, можна тільки на основі:**

- 1) єдиної техніки
- 2) єдиної вантажопідйомності
- 3) єдиної технології
- 4) єдиної документації
- 5) єдиної економіки

#### **4. Сукупність операцій з вантажем та рухомим складом, які здійснюються з метою постачання товару споживачам називають:**

- 1) технологічним процесом
- 2) транспортним процесом
- 3) технічним процесом
- 4) організаційним процесом
- 5) управлінським процесом

#### **5. Предмети з моменту прийняття їх до транспортування і до здачі одержувачеві називають:**

- 1) вантажем
- 2) товаром
- 3) послугою
- 4) контейнерами
- 5) піддонами

## Практична робота №5. Розрахунок технічного обладнання складів і майданчиків

**Мета роботи:** навчитися визначати оптимальний склад пропускних і переробних можливостей вантажних пунктів по заданих параметрах.

**Зміст роботи:** практично розрахувати пропускні і переробні можливості постів навантаження і розвантаження різних видів транспорту.

### Теоретичне обґрунтування

Основними елементами пунктів взаємодії є залізничні шляхи, причали, криті склади і майданчики, технічне оснащення яких багато в чому визначає ефективність роботи єдиної транспортної системи.

Площа складу для переробки і зберігання тарно-штучних вантажів визначається за формулою:

$$F_{\text{ск}} = Q_{\text{доб}}^{\text{зб}} \cdot t_{\text{зб}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot (1 - \eta) : P_{\text{н}}, \text{ м}^2, \quad (5.1)$$

де  $Q_{\text{доб}}^{\text{зб}}$  – розрахунковий вантажопотік, що поступає на склад за добу;  $t_{\text{зб}}$  – час зберігання вантажів (табл. 5.1);  $k_{\text{пр}}$  – коефіцієнт, що враховує розміри додаткової площі, необхідної для проходів, проїздів тощо (табл. 5.1);  $P_{\text{н}}$  – питоме навантаження на  $1 \text{ м}^2$  площі складу (табл. 5.1).

Вагони на вантажний пункт надходять протягом доби нерівномірно. Їх коливання описуються нормальним законом розподілу, тобто

$$P(m_i) = \frac{1}{\sigma_c \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(m_i - \bar{m}_c)^2}{2\sigma_c^2}\right), \text{ шт.}, \quad (5.2)$$

де  $m_i$  – будь-яке  $i$ -те значення із вибірки випадкових величин, шт.;  $\bar{m}_c$  – середньодобова кількість вагонів, що надходять на вантажний фронт, шт.;  $\sigma_c$  – середньоквадратичне відхилення.

Для розрахунку необхідної площі складу необхідно знати розподіл коливання вантажів, що надходять на вантажний пункт протягом періоду  $t_{\text{зб}}$ . Дослідження показали, що з довірчою вірогідністю  $P$  за період  $t_{\text{зб}}$  на склад надійде

$$Q \cdot t_{\text{зб}} = P_{\text{тех}} \cdot \left( \bar{m}_c + t_{\beta} \cdot \sigma_c \frac{1}{\sqrt{t_{\text{зб}}}} \right), \quad (5.3)$$

де  $t_{\beta}$  – коефіцієнт, що залежить від рівня довірчої вірогідності.

При рівні довірчої вірогідності 0,90; 0,92; 0,95; 0,98 коефіцієнт  $t_{\beta}$  відповідно дорівнює 1,64; 1,75; 1,96; 2,32.

Таблиця 5.1

Термін зберігання вантажів на  $1 \text{ м}^2$  площі складу і частка вантажу, що перевантажується по прямому варіанту в портах

Назва вантажів	Перевалочні (транзитні) вантажі		Неперевалочні (місцеві) вантажі		Тиск $P_n$ , $m/m^2$
	Термін зберігання, $t_{зб}$ , діб	Частка вантажу, що перевантажується по прямому варіанту, $\eta$	Термін зберігання, $t_{зб}$ , діб	Частка вантажу, що перевантажується по прямому варіанту, $\eta$	
1	2	3	4	5	6
Тарно-штучні	3-4	0,2	4-5	-	0,6-2,6
Металовантажі і обладнання	3-4	0,2	4-5	-	0,5-2,7
Контейнери	3-4	-	3-4	-	0,5-0,7
Кам'яне вугілля, руда	5-10	0,4-0,6	10-15	0,2-0,4	2,0-6,0
Лісові вантажі (перевезення в судах)	5-10	0,6-0,75	10-15	0,2-0,4	1,0-2,0
Щебінь, гравій, камінь	8-10	0,3-0,6	15-20	0,2-0,25	2,0-2,5
Пісок і піщано-гравійна суміш	8-10	0,3-0,6	30-50	0,2-0,25	2,0-2,5
Сіль	10	0,2-0,5	10-15	0,1-0,15	1,1-2,6
Добрива насипом	5-10	0,3-0,4	10-15	0,1	1,5-2,0
Фрукти і овочі	2	0,4	2	0,5	-

Середнє квадратичне відхилення

$$\sigma_{cj} = a_j \cdot \bar{m}_c^{b_j}, \quad (5.4)$$

де:  $a_j, b_j$  – емпіричні коефіцієнти, значення які для основних вантажопотоків наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Значення коефіцієнтів  $a$  і  $b$

Коефіцієнт	Кам'яне вугілля	Нафта	Руда	Чорні метали	Лісові	Мінерально-будівельні	Хімічні і мінеральні добрива	Хлібні	Інші
$a$	1,224	1,260	1,293	1,249	1,232	1,393	1,289	1,420	1,302
$b$	0,660	0,658	0,657	0,652	0,676	0,653	0,652	0,662	0,701

З урахуванням (4) вираз для розрахунку площі складу набуде вигляду:

$$F_{ск} = \left( \frac{Q_p \cdot t_{зб}}{365} + t_{\beta} \cdot \sigma_c \cdot P_{тех} \cdot \sqrt{t_{зб}} \right) \cdot (1 - \eta) \cdot k_{пр} : P_n, m^2. \quad (5.5)$$

Оптимальне число подач (прибирань) визначається за формулою:

$$X_{ny} = \sqrt{\frac{\left[ 24(k+1) - \frac{P_{тех} \cdot \bar{m}_c}{z_p \cdot Q_{год}} \right] \cdot \bar{m}_c \cdot e_{в.г.}}{e_{л.г.} \cdot A_{ny}}}, \quad (5.6)$$

де  $z_p$  – робочий парк навантажувально-розвантажувальних механізмів;  $Q_{\text{год}}$  – годинна продуктивність навантажувально-розвантажувальних механізмів.

Довжина фронту навантажувально-розвантажувальних робіт зі сторони залізничного транспорту, необхідна для операцій зі всіма вагонами подачі з вірогідністю  $P$ , не перевищить

$$l_{\text{фз}} = (\bar{m}_c + t_\beta \sigma_c) l_B : X_{\text{ну}}, \text{ м}, \quad (5.7)$$

де  $l_e$  – довжина фронту, що займає один вагон з урахуванням проміжків при розстановці вагонів біля дверей складу,  $m$ ; визначається по відсотковому відношенні вагонів (роду і числу вісей) в подачі: для орієнтовних розрахунків  $l_e = 15 \text{ м}$ .

Довжина фронту зі сторони автомобільного транспорту

$$l_{\text{фа}} = \frac{Q_p}{365 q_a T_B} [1 + 0,333 t_\beta (k_a - 1)] l_a t_a, \text{ м}, \quad (5.8)$$

де  $k_a$  – коефіцієнт добової нерівномірності вивозу вантажів автомобільним транспортом,  $k_a = 1,35-1,50$ ;  $l_a$  – фронт, необхідний для установки одного автомобіля біля складу.

При установці автомобілів:

- вздовж складу  $l_a = l_m + l'$ ;

- перпендикулярно до складу:  $l_a = b_m + l''$ ,

де  $l_m$ ,  $b_m$  – відповідно довжина і ширина автомобіля (приймається з характеристики основних технічних параметрів автомобіля);  $l'$ ,  $l''$  – відстань між автомобілями, що стоять відповідно послідовно (4,2-4,5 м) і поряд (1,5-1,7 м).

## ЗАДАЧІ

### Задача №1

Визначити площу і довжину критого складу для зберігання тарно-штучних вантажів в пункті взаємодії залізничного і автомобільного транспорту. Визначити довжину навантажувально-розвантажувального фронту зі сторони залізничного і автомобільного транспорту. Вивезення вантажів здійснюється вантажним автомобілем Iveco EuroCargo. Інші вихідні дані:

1) Річне прибуття тарно-штучних вантажів залізничним транспортом (див. вихідні дані, табл. 5.3, графа 2),  $Q_p$ , тис. т.; 2) Частка вантажу, що перевантажується по прямому варіанту з залізничного на автомобільний транспорт,  $\eta = 0,20$ ; 3) Норма часу на подачу (прибирання) вагонів з вантажної станції на вантажний двір  $A_{\text{ну}} = 1,1+0,1n \text{ год.}$ ; 4) Вартість однієї локомотиво-години  $e_{л.с} = 7,2 \text{ грн.}$ ; 5)



Вартість однієї вагоно-години  $e_{в.г.} = 0,3 \text{ год.}$ ; 6) Кількість навантажувально-розвантажувальних засобів на вантажному фронті  $Z_p = 3$ .; 7) Годинна продуктивність навантажувально-розвантажувального засобу (див. вихідні дані, табл. 5.3, графа 3),  $Q_{год.}, m/год.$ ; 8) Технічна норма завантаження вагона  $P_{тех.} = 42 \text{ т.}$ ; 9) Середнє завантаження автомобіля  $q_a = 3,0 \text{ т.}$ ; 10) Середній час завантаження автомобіля  $t_a = 0,6 \text{ год.}$ ; 11) Час роботи вантажного пункту  $T_в = 24 \text{ год.}$

Таблиця 5.3

Вихідні дані до задачі 1

№ варіанту	Річне прибуття тарно-штучних вантажів, $Q_в, \text{ тис. т}$	Годинна продуктивність навантажувально-розвантажувального засобу, $Q_{год.}, m/год.$
1	2	3
1	283+100n	21+n
2	284+90n	22+n
3	285+80n	23+n
4	286+70n	24+n
5	287+60n	25+n
6	288+50n	26+n
7	289+40n	27+n
8	290+110n	28+n
9	291+100n	29+n
10	292+90n	30+n
11	293+80n	31+n
12	294+70n	32+n
13	295+60n	33+n
14	296+50n	34+n
15	297+40n	35+n
16	298+30n	36+n
17	299+20n	37+n
18	300+10n	38+n
19	301+100n	39+n
20	302+110n	40+n
21	303+90n	41+n
22	304+80n	42+n
23	305+70n	43+n
24	306+60n	44+n
25	307+50n	45+n

Приклад розрахунку 1

Середнє квадратичне відхилення добового вантажопотоку

$$\sigma_c = 1,302 \cdot \left( \frac{282000}{365 \cdot 42} \right) = 7,7.$$

Приймаючи рівень довірчої вірогідності  $P = 0,95$ , визначають  $t_\beta = 1,96$ . Тоді, використовуючи дані табл. 5.1,

$$F_{ск} = \left( \frac{282000 \cdot 2}{365} + 1,96 \cdot 7,7 \cdot 42 \cdot \sqrt{2} \right) \cdot (1 - 0,2) \cdot 1,6 : 0,65 = 4808 \text{ м}^2.$$

Якщо для зберігання і переробки використовувати однопролітний ангарний склад з введенням шляхів всередину і корисною шириною 19,27 м ( $B_{ск} = 24$  м), то загальна довжина складу дорівнюватиме

$$L_{ск} = 4808 : 19,275 = 249 \text{ м.}$$

Приймаючи довжину складу  $l_{ск} = 132$  м, необхідна кількість прирельсових складів

$$n_{ск} = 249 : 132 \approx 2 \text{ склади.}$$

$$m_c = \frac{282000}{360 \cdot 42} = 19;$$

$$X_{ny} = \sqrt{\frac{[24 \cdot (0,4 + 1) - \frac{42 \cdot 19}{3 \cdot 20}] \cdot 19 \cdot 0,3}{7,2 \cdot 1,1}} \approx 4 \text{ подачі.}$$

Підставивши в формулу (7) вихідні дані, отримаємо

$$l_{фз} = (19 + 1,96 \cdot 7,7) \cdot 15 : 4 = 128 \text{ м.}$$

Прийнявши, що автомобілі стоять вздовж складу послідовно, визначимо

$$l_a = 6,675 + 4,2 = 10,875 \text{ м.}$$

Довжина фронту автомобільного транспорту

$$l_{фа} = \frac{282000}{365 \cdot 3 \cdot 24} [1 + 0,333 \cdot 1,96 \cdot (1,4 - 1)] \cdot 10,875 \cdot 0,6 = 88 \text{ м}$$

Із порівняння  $L_{ск} = 279$  м;  $l_{фз} = 128$  м і  $l_{фа} = 88$  м випливає, що загальна довжина складів забезпечить необхідну довжину фронту навантажувально-розвантажувальних робіт як зі сторони залізничного, так і автомобільного транспорту.

### Контрольні тестові запитання.

**1. При виборі виду транспорту для перевезення вантажу найвищий рівень витрат має транспорт:**

- 1) автомобільний
- 2) залізничний
- 3) водний
- 4) повітряний
- 5) трубопровідний

**2. При виборі виду транспорту для перевезення вантажу найвищий асортимент вантажу має транспорт:**

- 1) автомобільний

2) залізничний

3) водний

4) повітряний

5) трубопровідний

**3. При виборі виду транспорту для перевезення вантажу найнижчий рівень витрат має транспорт:**

1) автомобільний

2) залізничний

3) водний

4) повітряний

5) трубопровідний

**4. При виборі виду транспорту для перевезення вантажу найвищу надійність доставки має транспорт:**

1) автомобільний

2) залізничний

3) водний

4) повітряний

5) трубопровідний

**5. До початково-кінцевих операцій транспортного процесу не відноситься етап:**

1) подача і прибирання рухомого складу

2) очищення рухомого складу

3) навантажувально-розвантажувальні роботи в початковому і кінцевому пунктах

4) оформлення документів

5) перевезення вантажів

## **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.