

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра "Експлуатація та ремонт машин"

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖНИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Методичні вказівки

до практичних занять для студентів  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності 274 “ Автомобільний транспорт ”

Друкується за рішенням  
кафедри експлуатації та ремонту машин  
Протокол № 1 від 26.08.21 р.

Кропивницький, 2021

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Організація вантажних автоперевезень" для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 "Автомобільний транспорт" / Розроб. В.В. Аулін, Д.В. Голуб. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – 88 с.

Рецензенти: Солових Є.К. – д.т.н., проф. каф. "Експлуатації та ремонту машин";  
Вінницький Д.В. – директор ПП "Олікс" м. Кропивницький;  
Кічура Р.П. – директор ТОВ "АРК-ГРУПП" м. Кропивницький.

Автори: Аулін В.В. – д.т.н., проф. каф. "ЕРМ";  
Голуб Д.В. – к.т.н., доц. каф. "ЕРМ".

Відповідальний за випуск, комп'ютерний набір та верстка: Д.В. Голуб

© Організація вантажних автоперевезень  
© Автори: В.В. Аулін, Д.В. Голуб

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	2
<b>1. Загальні вказівки до виконання практичних занять</b> .....	4
<b>2. Техніка безпеки та правила роботи в комп'ютерному класі</b> .....	7
<b>3. Практичні заняття</b> .....	5
3.1. Практичне заняття № 1. Розробка розвізних маршрутів з оптимальною кількістю пунктів заводу.....	5
3.2. Практичне заняття № 2. Резервування провізних можливостей.....	13
3.3. Практичне заняття № 3. Показники роботи автомобіля на маятниковому маршруті.....	16
3.4. Практичне заняття № 4. Показники кільцевого маршруту.....	27
3.5. Практичне заняття № 5. Визначення основних техніко-експлуатаційних показників роботи різних типів рухомого складу на маршруті та потрібної їх кількості.....	36
3.6. Практичне заняття № 6. Вибір автотранспортного засобу для перевезення штучних та тарно-штучних вантажів.....	42
3.7. Практичне заняття № 7. Визначення меж областей економічної стійкості транспортної системи.....	48
<b>4. Інформативні додатки варіантів індивідуальних завдань до практичних занять</b> .....	4
<b>Рекомендована література</b> .....	54

## ВСТУП

Стратегічною метою вантажного автомобільного транспорту є транспортне забезпечення розвитку секторів економіки країни. Здійснюючи близько 60% об'ємів внутрішніх вантажних перевезень, з тенденцією збільшення цієї частки, автомобільний транспорт в даний час виконує роль «головного перевізника» вантажів України.

Специфіка вантажного автомобільного транспорту як галузі матеріального виробництва полягає в тому, що, з одного боку, транспорт має свій виробничий процес, з іншого, транспорт не переробляє сировини і не створює продукції. На транспорті виробничий процес і продукція цього процесу співпадають в часі і просторі. Тому переміщення вантажів є одночасно і виробничим процесом і продукцією транспорту.

Відомими перевагами автомобільного транспорту є забезпечення партійності, можливість організації роботи «з коліс», доставка «від дверей до дверей», швидкість, гнучкість, мобільність, надійність, які дозволяють розглядати його як самий ринко-орієнтований вид транспорту.

Автомобільному транспорту немає адекватної заміни при перевезеннях дорогих вантажів на невеликі і середні відстані, в транспортному забезпеченні роздрібною торгівлі, виробничої логістики, будівельної індустрії, агрокомплексу, а також малого бізнесу, що підтверджується об'ємами перевезень вантажів і значної автотранспортної складової у вартості продукції: в промисловості - не менше 15%, в будівництві до 30 %, в сільському господарстві і торгівлі до 40%.

Попит на вантажні автомобільні перевезення багато в чому визначається динамікою і структурою зміни об'ємів виробництва в країні, а також платоспроможністю підприємств і організацій всіх галузей економіки. Слід враховувати, що економіка і перевезення взаємно впливають один на одного.

Зниження об'ємів перевезень і вантажообігу, що відбувалися в роки реформування економіки, створили 2-3-кратний надлишок провізних можливостей вантажних АТП. В складному положенні опинилися крупні автогосподарства з числом автомобілів більше 100 одиниць. Велика частина з цих підприємств збанкрутіла, інші скоротили кількість транспортних засобів шляхом продажу або виділення в самостійні транспортні організації з урахуванням спеціалізації рухомого складу. В структурі перевізників замість декількох десятків крупних АТП з'явилися тисячі власників одного або декількох автомобілів. Структурні зміни привели до ліквідації виробничо-технічної бази перевізників, оскільки при числі автомобілів менше 50 одиниць мати власне діагностичне і технологічне устаткування економічно недоцільно. Внаслідок чого знизився рівень технічної готовності транспортних засобів і їх продуктивність. Крім того, відхід з ринку крупних автогосподарств привів до руйнування служб експлуатації, тому організація перевезень перетворилася на стихійний, нерегульований процес.

Разом з тим, останніми роками спостерігається зростання парку вантажного рухомого складу, середній темп якого відповідає темпам економічного зростання. В цих умовах актуальною є задача підготовки кваліфікованих фахівців, що володіють сучасними методами організації, планування, виконання обліку і аналізу перевізного процесу.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Методичні вказівки розроблені з метою закріплення теоретичного матеріалу і отримання навиків розв'язання задач на практичних заняттях з дисципліни "Організація вантажних автоперевезень". Методичні вказівки призначені для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 "Автомобільний транспорт".

Студентам пропонується сім практичних занять (ПЗ) які за змістом охоплюють програму дисципліни. В кожній роботі наведена тема, мета, короткі теоретичні відомості, основні завдання, приклад оформлення роботи в системі Mathcad, перелік контрольних питань, рекомендована література та варіанти завдань в додатках. Базу даних кожен студент формує за своїм варіантом завдань. Після виконання завдань ПЗ студент індивідуально захищає її.

При підготовці до виконання завдань ПЗ і захисту студенти повинні самостійно опрацювати рекомендовану літературу, відповісти на контрольні питання. Викладач контролює підготовленість студентів і проводить допуск до виконання завдань. Завдання виконуються індивідуально по варіантам, що визначаються викладачем, як правило, згідно порядкового номеру списку групи або за номером залікової книжки.

Після виконання завдань в системі Mathcad по кожному практичному заняттю оформлюється звіт. Кожну виконану практичну роботу студент захищає в індивідуальному порядку за контрольними питаннями. Звіт повинен містити номер, назву і мету заняття, вихідну базу даних, розрахункові дані та графіки відповідно до основних завдань та варіанту, висновки. Збірка захищених робіт є допуском до здачі екзамену з дисципліни "Організація пасажирських автоперевезень". Звіти по ПЗ повинні зберігатися до кінця семестру й одержання екзамену з дисципліни. Слід пам'ятати, що всі роботи, без винятку, повинен проробити кожен студент і здати викладачу збірку звітів з ПЗ при одержанні екзамену.

## **2. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ПРАВИЛА РОБОТИ В КОМП'ЮТЕРНОМУ КЛАСІ**

При роботі на комп'ютерній техніці існує кілька факторів ризику:

- проблеми, пов'язані з електромагнітним випромінюванням;
- проблеми зору, слуху;
- проблеми, пов'язані з м'язами і суглобами.

До роботи з комп'ютером допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, і мають відповідні знання та навички роботи з даним устаткуванням, що одержали інструктаж з техніки безпеки, пожежної та електробезпеки від викладача, що проводить практичні заняття в комп'ютерному класі.

Робоче місце повинно постійно підтримуватися в чистоті, не дозволяється класти будь-які предмети на пристрій комп'ютера (клавіатура, системний блок, монітор). На робочому місці не допустимо приймати їжу і напої, ставити посуд з рідинами та продуктами харчування.

Одяг, взуття і руки при роботі на комп'ютері повинні бути чистими і сухими.

Роботу з комп'ютером можна починати тільки з дозволу викладача або лаборанта.

Перед початком роботи слід уважно оглянути робоче місце:

- візуально перевірити надійність провідних і кабельних з'єднань, наявність і справність проводів заземлення;
- не включати комп'ютерну техніку, якщо виявлено будь-які дефекти;
- про виявлені неполадки і порушення доповісти посадовій особі (викладачеві, лаборанту);
- самостійний ремонт та обслуговування комп'ютера заборонено.

*Вимоги безпеки під час роботи на ПК:*

- екран монітора повинен знаходитися на відстані не менше 50 см від користувача;

- не можна працювати з комп'ютерною технікою у верхньому одязі і з мокрими руками;

- вклучати і вимикати комп'ютер необхідно в суворій послідовності, визначеної паспортом даного обладнання;

- переміщати і повертати системний блок і монітор заборонено;

- не класти сторонні предмети на пристрої персонального комп'ютера;

- не торкатися кабелів, що з'єднують пристрій;

- не варто торкатися до екрану руками та іншими предметами;

- під час роботи не відволікатися;

- поруч комп'ютерній техніці не можна підключати до неї інше обладнання;

- тривалість безперервної роботи на комп'ютері не повинна перевищувати 2 годин, після чого необхідна перерва 10-15 хвилин.

*Вимоги безпеки після закінчення роботи на ПК:*

- після закінчення роботи завершити роботу всіх програм користувача;

- операційну систему закрити, обладнання виключати у зворотній послідовності;

- упорядкувати своє робоче місце, поставити стілець під стіл, вирівняти клавіатуру, покласти акуратно мишу на килимок;

Про всі зауваження та неполадки в роботі з комп'ютером повідомляти викладача або адміністратора.

### 3. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

#### 3.1 Практичне заняття №1

**Тема:** Розробка розвізних маршрутів з оптимальною кількістю пунктів завою

**Мета роботи:** набути навичок по розробці розвізних маршрутів з оптимальною кількістю пунктів завою з врахуванням сумарних витрат на перевезення.

#### Короткі теоретичні відомості

Побудова транспортного обслуговування споживачів і фірм ґрунтується на раціональних маршрутах перевезення і графіках (розкладах) доставки вантажів споживачам, тобто на маршрутизації перевезень та побудові схеми транспортної мережі (рис. 1.1).

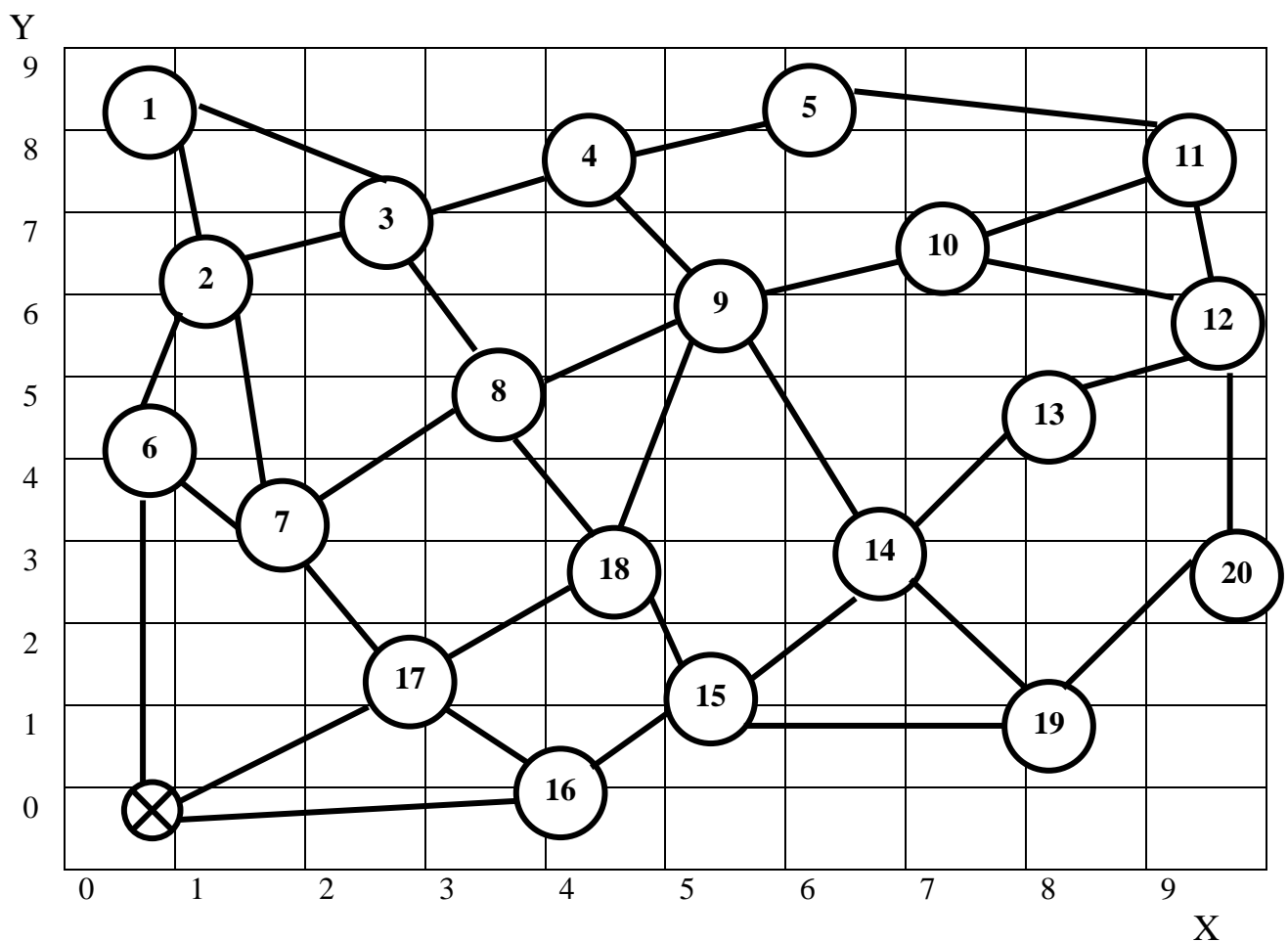


Рисунок 1.1 - Схема транспортної мережі

*Маршрутизація перевезень* – найбільш досконалий спосіб організації матеріалопотоку вантажів зі складу вантажовідправника споживачам. Ця система здійснює істотний вплив на ефективне використання автомобільного транспорту.

Створення маршруту дозволяє визначити оптимальний обсяг перевезень вантажу, кількість автомобілів, що здійснюють ці перевезення. При цьому скорочується простій автомобілів, ефективно використовується рухомий склад і вивільняються зі сфери обігу значні матеріальні ресурси.

Щільність дислокації пунктів заводу визначається за формулою:

$$\lambda = \frac{N}{F}, \quad (1.1)$$

де  $N$  - кількість пунктів заводу, од.;

$F$  - площа району, км<sup>2</sup>.

Середній розмір партії вантажу дорівнює:

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{N}, \quad (1.2)$$

де  $Q_i$  - об'єм вантажу, завезеного в  $i$ -й пункт, т;

Оптимальна кількість пунктів заїзду на розвізному маршруті визначається за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{\bar{l} + A_{np} - 0,5 \cdot \bar{l}_{nz}}{R_y}}, \quad (1.3)$$

де  $\bar{l}$  - середня відстань доставки вантажів, км:

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{N}, \quad (1.4)$$

де  $l_i$  - відстань доставки від вантажовідправника до  $i$ -го одержувача, км;

середній пробіг автомобілів між проміжними пунктами заводу на маршруті визначається за формулою:

$$\bar{l}_{nz} = 0,76 \cdot \sqrt{\lambda}; \quad (1.5)$$

допоміжна величина  $A_{np}$  розраховується за формулою:

$$A_{np} = \frac{a_{пост} \cdot t_d}{2 \cdot A_{км}}, \quad (1.6)$$

де  $a_{пост}$  – частка постійної складової витрат, грн/год;

$t_d$  - додатковий час на заїзд в пункт, год;

Допоміжна величина  $A_{км}$  обчислюється за формулою:

$$A_{км} = a_{зм} + \frac{a_{пост}}{V_t}, \quad (1.7)$$

де  $a_{зм}$  - змінна складова витрат, грн/год;

$V_t$  - технічна швидкість автомобіля, км/год.

Параметр системи доставки  $R_y$  визначається за виразом:

$$R_y = \frac{\bar{q}}{\gamma} \cdot (\bar{l}_{пз} \cdot (K_{ткм} \cdot \gamma + K_{км}) + q \cdot t_{np} \cdot K_6 + B_{np}), \quad (1.8)$$

де  $\gamma$  - коефіцієнт використання вантажності автомобіля;

$t_{np}$  - час навантаження-розвантаження, год;

$K_{ткм}, K_{км}, B_{np} = K_6$  – допоміжні величини:

$$K_{ткм} = \frac{a_{ткм}}{2 \cdot A_{км}}; \quad (1.9)$$

де  $a_{ткм}$  - постійна величина.

$$K_{км} = \frac{B_{км}}{2 \cdot A_{км}}; \quad (1.10)$$

$$K_6 = \frac{B_{пост}}{2 \cdot A_{км}}, \quad (1.11)$$

$$B_{км} = B_{зм} + \frac{B_{пост}}{V_t}; \quad (1.12)$$

$$B_{np} = \frac{B_{пост} \cdot t_d}{2 \cdot A_{км}}, \quad (1.13)$$

## Основні завдання

1. Згідно свого варіанту сформулювати базу даних для виконання практично-розрахункової роботи використавши табл. 1.1-1.3 та дані  $N = 10$ ;  $a_{пост} = 0,1$  грн/год.;  $t_o = 9$  хв;  $a_{зм} = 0,05$  грн/км;  $V_i = 25$  км/год;  $\gamma = 0,9$ ;  $a_{ткм} = 0,02$  грн/год;  $B_{зм} = 0,04$  грн/ткм;  $B_{пост} = 0,25$  грн/ткм;  $t_{нр} = 3$  хв.

2. Побудувати транспортну мережу по координатам  $X$  і  $Y$ , що задані в табл. 1.1. і 1.2. Нанести пункти завезення вантажу за координатами  $X$  і  $Y$ , що задані в таблицях 1.1. і 1.2. Присвоїти номери пунктів вантажовідправників, вантажоодержувачів, та транспортних вузлів. Пункти нумеруються послідовно, починаючи з першого вантажоодержувача, далі – транспортні вузли, останній – вантажовідправник з номером – 21.

3. Побудувати схему транспортної мережі, послідовно з'єднуючи між собою найближчі пункти (див. рис. 1.1).

4. Заміряти довжину ланок та проставити відстані на схемі транспортної мережі, використовуючи масштаб:  $1 \text{ мм} = 100 \text{ м}$ .

5. Побудувати матрицю найкоротших відстаней між вантажовідправником та одержувачами вантажу.

6. Використавши формули (1.1) і (1.2) та дані свого варіанту в табл. 1.3., визначити щільність дислокації пунктів завезення вантажів та середній розмір партії вантажу. Площа району визначається як площа прямокутника, в якому розміщено схему транспортної мережі.

7. Визначити оптимальну кількість пунктів заводу на розвізному маршруті за формулою (1.3), використавши й послідовно обчисливши формули (1.4)-(1.13).

8. Зробити висновки за результатами виконання завдань ПЗ № 1.

## Приклад виконання практичного заняття в системі Machcad

### Практичне заняття № 1

Тема : Розробка розвізних маршрутів з оптимальною кількістю пунктів заводу

База даних:

ORIGIN ≡ 1

$N_{\text{зв}} := 10$

$a_{\text{ТКМ}} := 0.02$

$F_{\text{зв}} := 90$

$B_{\text{зв}} := 0.04$

$a_{\text{пост}} := 0.1$

$B_{\text{пост}} := 0.25$

$t_{\text{д}} := 9$

$t_{\text{пр}} := 3$

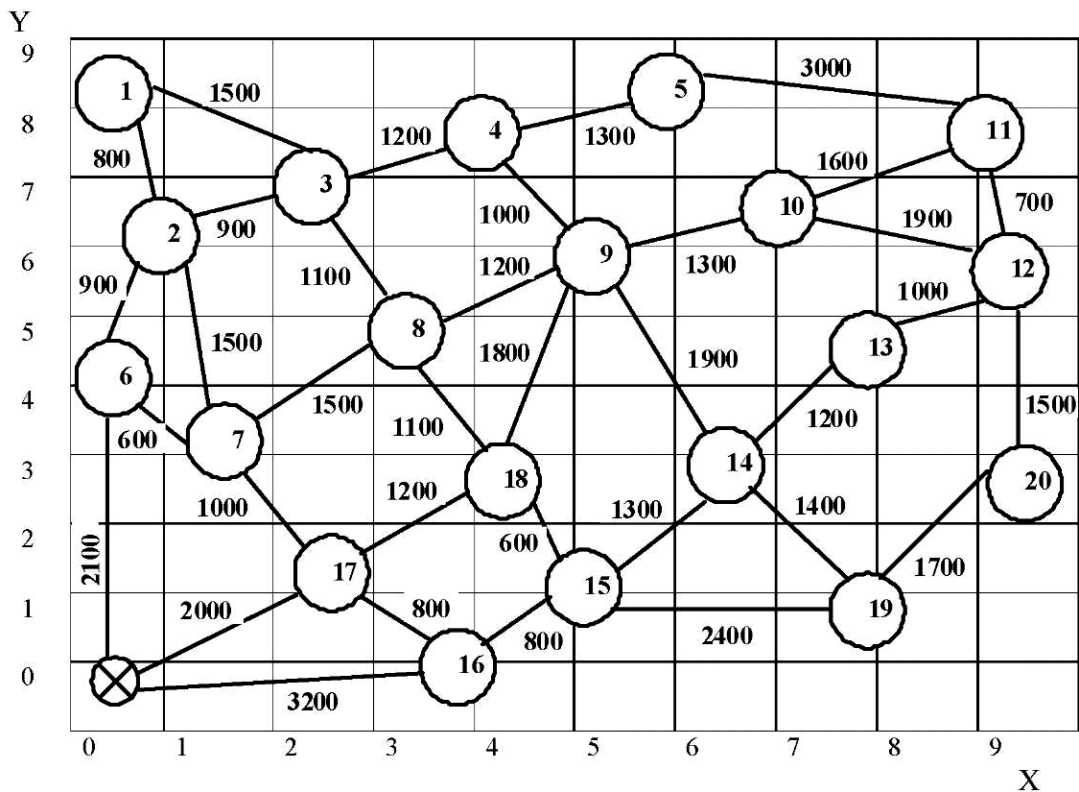
$V_{\text{Т}} := 25$

$\gamma := 0.9$

$a_{\text{зв}} := 0.05$

Q :=  $\begin{pmatrix} 0.12 \\ 0.04 \\ 0.19 \\ 0.28 \\ 0.27 \\ 0.29 \\ 0.02 \\ 0.11 \\ 0.25 \\ 0.05 \end{pmatrix}$     n := 10

Схема транспортної мережі



Матриця найкоротших відстаней між вантажовідправником і одержувачами вантажу та пункти заводу, що їм відповідають

$$l := \begin{pmatrix} 2 \\ 1.2 \\ 1.8 \\ 1.3 \\ 1.6 \\ 3.0 \\ 1.3 \\ 1.2 \\ 0.9 \\ 0.8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 17 \\ 18 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 5 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} = N$$

Щільність дислокації пунктів заводу

$$\lambda := \frac{N}{F}$$

$$\lambda = 0.111$$

Середній розмір партії вантажу

$$q_{\text{ср}} := \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{N}$$

$$q_{\text{ср}} = 0.162 \text{ т}$$

Середня відстань доставки вантажів

$$l_{\text{ср}} := \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{N}$$

$$l_{\text{ср}} = 1.51 \text{ км}$$

Середній пробіг автомобілів між проміжними пунктами заводу на маршруті

$$l_{\text{ср.пз}} := 0.76 \cdot \sqrt{\lambda}$$

$$l_{\text{ср.пз}} = 0.253 \text{ км}$$

Розраховуємо допоміжні величини

$$A_{\text{км}} := a_{\text{зм}} \frac{a_{\text{пост}}}{V_T}$$

$$A_{\text{км}} = 2 \times 10^{-4}$$

$$A_{\text{Пр}} := \frac{a_{\text{Пост}} \cdot t_{\text{Д}}}{2 \cdot A_{\text{КМ}}}$$

$$A_{\text{Пр}} = 2250$$

$$K_{\text{ТКМ}} := \frac{a_{\text{ТКМ}}}{2 \cdot A_{\text{КМ}}}$$

$$K_{\text{ТКМ}} = 50$$

$$B_{\text{КМ}} := B_{\text{ЗМ}} + \frac{B_{\text{Пост}}}{V_{\text{T}}}$$

$$B_{\text{КМ}} = 0.05$$

$$K_{\text{КМ}} := \frac{B_{\text{КМ}}}{2 \cdot A_{\text{КМ}}}$$

$$K_{\text{КМ}} = 125$$

$$K_{\text{В}} := \frac{B_{\text{Пост}}}{2 \cdot A_{\text{КМ}}}$$

$$K_{\text{В}} = 625$$

$$B_{\text{Пр}} := \frac{B_{\text{Пост}} \cdot t_{\text{Д}}}{2 \cdot A_{\text{КМ}}}$$

$$B_{\text{Пр}} = 5625$$

Параметр системи доставки

$$R_y := \frac{q_{\text{ср}}}{\gamma} \cdot [l_{\text{ср.пз}} \cdot (K_{\text{ТКМ}} \cdot \gamma + K_{\text{КМ}}) + q_{\text{ср}} \cdot t_{\text{Пр}} \cdot K_{\text{В}} + B_{\text{Пр}}]$$

$$R_y = 1074.927$$

Оптимальна кількість пунктів заїзду на розвізному маршруті

$$m := \sqrt{\frac{l_{\text{ср}} + A_{\text{Пр}} - 0.5 \cdot l_{\text{ср.пз}}}{R_y}}$$

$$m = 1.447$$

**Висновок:** Таким чином, оптимальна кількість пунктів заїзду на розвізному маршруті складає 1 пункт.

## **Контрольні питання**

1. Що називається транспортною мережею і як побудувати її схему ?
2. Що таке маршрутизація перевезень і як вона впливає на ефективне використання автомобільного транспорту ?
3. Як визначається щільність дислокацій пунктів та середній розмір партії вантажу завезення ?
4. Як розрахувати оптимальну кількість пунктів заїзду на розвізному маршруті ?
5. Дані яких параметрів необхідно знати щоб отримати число пунктів заїзду ?
6. Як розрахувати середній пробіг автомобілів між проміжними пунктами заводу на маршруті ?
7. Що таке середня відстань доставки вантажів ?

**Рекомендована література: [ 2-8, 18, 19, 21, 23 ]**

### 3.2. Практичне заняття № 2

**Тема:** Резервування провізних можливостей

**Мета роботи:** навчитися визначати оптимальне значення коефіцієнта запасу по вантажності автомобіля

#### Короткі теоретичні відомості

Матеріально-технічна база автомобільного транспорту складається з рухомого складу (автомобілі, тягачі, причепа і напівпричепа). Вантажні автомобілі розрізняють по вантажопід'ємності: особливо малою - до 0,5 т; малою - від 0,5 до 2 т; середньою - від 5 до 15т; особливо великою - більше 15 т.

Доцільність використання рухомого складу того або іншого типу визначається його експлуатаційно-технічними якостями і конкретними умовами експлуатації. До експлуатаційно-технічних якостей автомобіля відносять його габарити і масу, прохідність, стійкість і маневреність, рухливість, динамічні якості і економічність.

Показниками ефективності рухомого складу можуть бути собівартість, продуктивність, енергоємність, матеріаломісткість та ін.

*Вантаж* – це продукт виробництва (сировина, напівфабрикати, готова продукція), прийнятий транспортом до перевезення.

Найважливішим елементом зростання продуктивності автомобільного парку є повне використання вантажопід'ємності і місткості автомобілів. Про ступінь використання вантажопід'ємності і місткості автомобіля можна судити по відповідних коефіцієнтах. Одним з таких коефіцієнтів є коефіцієнт запасу по вантажопід'ємності автомобіля.

*Технічна норма завантаження* – кількість вантажу, яка повинна бути завантажена в автомобіль даного типу при найкращому використанні його вантажопід'ємності і місткості.

Оптимальне значення коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля розраховується за формулою:

$$k_{3\text{ опт}} = k_{3\text{ макс}} - \frac{2 \cdot B_{np} \cdot [2 \cdot \bar{l} + (N - 1) \cdot \bar{l}_{nz}] \cdot \sqrt{3} \cdot k_v}{\sqrt{N} \cdot \gamma \cdot C_{\text{и}}}, \quad (2.1)$$

де  $k_{z \max}$  - максимальне значення коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля:

$$k_{z \max} = 1 + \sqrt{\frac{3}{N}} \cdot k_v, \quad (2.2)$$

де  $N$  - кількість пунктів заводу вантажу;

$k_v$  - коефіцієнт варіації попиту по пунктам заводу;

$C_{ш}$  - сума штрафів за недозавіз одиниці вантажу.

Коефіцієнт варіації попиту по пунктам заводу розраховується за формулою:

$$k_v = \frac{\bar{q}}{\sigma}, \quad (2.3)$$

де  $\bar{q}$  - середній розмір партії вантажу, т;

$\sigma$  - середньоквадратичне відхилення попиту по пунктам заводу, т:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{q})^2}{N}}, \quad (2.4)$$

де  $Q_i$  - об'єм вантажу, завезеного в  $i$ -й пункт, т;

Оптимальна кількість пунктів заводу вантажу з урахуванням коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля визначається за виразом:

$$N_{z \text{ опт}} = \sqrt{\frac{A_{np} \cdot \gamma \cdot [2 \cdot l_i - \bar{l}_{nz}]}{B_{np} \cdot \bar{l}_{nz} \cdot k_{z \text{ опт}} \cdot q}}, \quad (2.5)$$

### Основні завдання

1. Сформувати базу даних за своїм варіантом, використавши дані і розрахунки ПЗ № 1, а також  $N=10$ ;  $C_{ш}=100$  грн/т.

2. Розрахувати оптимальне значення коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля за формулою (2.1), використавши базу даних та формули (2.2)-(2.4).

3. Уточнити оптимальну кількість пунктів заводу вантажу з врахуванням коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля за формулою (2.5).

4. Зробити висновки за результатами виконання завдань ПЗ № 2.

## Приклад виконання практичного заняття в системі Mathcad

### Практичне заняття № 2

Тема : Резервування провізних можливостей

База даних:

$$\text{ORIGIN} \equiv 1$$

$$N := 10$$

$$q_{\text{cp}} := 0.162$$

$$\gamma := 0.9$$

$$B_{\text{пр}} := 625$$

$$C_{\text{ш}} := 100$$

$$l_{\text{ср.пз}} := 0.721$$

$$l_{\text{ср}} := 1.51$$

$$A_{\text{пр}} := 2250$$

$$Q := \begin{pmatrix} 0.12 \\ 0.04 \\ 0.19 \\ 0.28 \\ 0.27 \\ 0.29 \\ 0.02 \\ 0.11 \\ 0.25 \\ 0.05 \end{pmatrix} \quad n := 10$$

Середньоквадратичне відхилення попиту по пунктам заводу

$$\sigma := \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - q_{\text{cp}})^2}{N}}$$

$$\sigma = 0.101$$

Коефіцієнт варіації попиту по пунктам заводу

$$k_{\nu} := \frac{q_{\text{cp}}}{\sigma}$$

$$k_{\nu} = 1.6$$

Максимальне значення коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля

$$k_{3.\text{max}} := 1 + \sqrt{\frac{3}{N}} \cdot k_{\nu}$$

$$k_{3.\text{max}} = 1.876$$

Оптимальне значення коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля

$$k_{з,опт} := k_{з,макс} \cdot \frac{2 \cdot B_{пр} \cdot [2 \cdot l_{ср} + (N - 1) \cdot l_{ср,пз}] \cdot \sqrt{3} \cdot k_v}{\sqrt{N} \cdot \gamma \cdot C_{ш}}$$

$$k_{з,опт} = 217.1$$

Оптимальна кількість пунктів заводу вантажу з урахуванням коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля

$$N_{з,опт} := \sqrt{\frac{A_{пр} \cdot \gamma \cdot (2 \cdot l_{ср} - l_{ср,пз})}{B_{пр} \cdot l_{ср,пз} \cdot k_{з,опт} \cdot q_{ср}}}$$

$$N_{з,опт} = 0.542$$

**Висновок:** Таким чином, оптимальна кількість пунктів заводу вантажу з урахуванням коефіцієнту запасу по вантажності автомобіля складає 1 пункт.

### Контрольні питання

1. Перерахувати показники ефективності рухомого складу.
2. У чому полягає доцільність використання рухомого складу?
3. Що називається технічною нормою завантаження?
4. Які показники відносяться до експлуатаційно-технічних якостей автомобіля?
5. Перерахувати різновиди вантажопід'ємності автомобіля.
6. Як розрахувати коефіцієнт запасу по вантажності автомобіля?
7. Що таке пункт варіації попиту по пунктам заводу і як він розраховується?

**Рекомендована література:** [ 2-9, 12-15, 18, 20, 22 ]

### 3.3. Практичне заняття № 3

**Тема:** Показники роботи автомобіля на маятниковому маршруті

**Мета роботи:** розрахувати показники роботи автомобіля на маятниковому маршруті.

#### Короткі теоретичні відомості

При маятниковому маршруті шлях руху автомобіля між двома вантажопунктами неодноразово повторюється.

Маятникові маршрути розподіляються на наступні види:

- зі зворотнім порожнім пробігом;
- зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом;
- зі зворотнім повністю навантаженим пробігом.

Схеми маятникових маршрутів наведені на рис. 3.1.

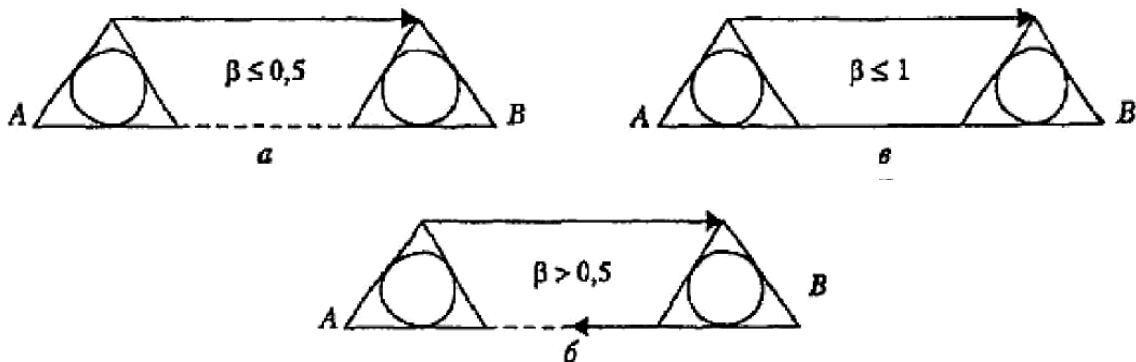


Рисунок 3.1 – Схеми маршрутів

$a$  – зі зворотнім порожнім пробігом;  $b$  – зі зворотнім не повністю навантаженим пробігом;  $c$  – зі зворотнім повністю навантаженим пробігом ( $\beta$  - коефіцієнт пробігу автомобіля на маршруті).

Розглянемо по яким формулам розраховуються основні показники зазначених типів маятникових маршрутів.

**1. Показники маятникового маршруту зі зворотнім холостим пробігом.**

Для прикладу на рис. 3.2 наведено графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім холостим пробігом та його схема.

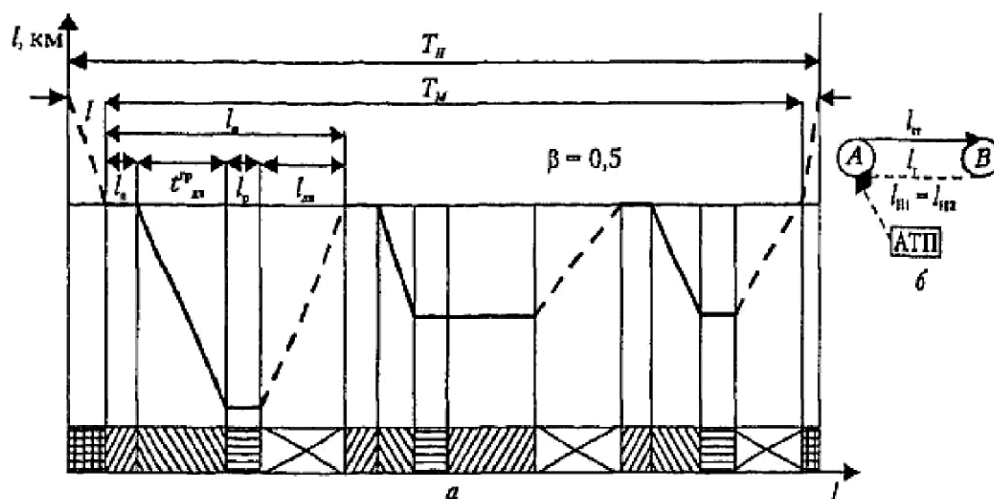


Рисунок 3.2 – Графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім холостим пробігом (а) і його схема (б).

- |  |                              |  |                  |  |                    |
|--|------------------------------|--|------------------|--|--------------------|
|  | - рух при нульовому пробігу; |  | - навантаження;  |  | - рух без вантажу; |
|  | - рух з вантажем;            |  | - розвантаження; |  |                    |

Тривалість обороту автомобіля на маршруті дорівнює, год.:

$$t_e = t_0 = t_n + t_{пyx} + t_p + t_x = t_n + \frac{l_n}{V_{tn}} + t_p + \frac{l_x}{V_{tx}}, \quad (3.1)$$

де  $l_n, l_x$  - довжина навантаженої їзди і відстань їзди без вантажу автомобіля на маршруті, км;  $t_n, t_p$  - час простою під навантаженням і розвантаженням, год;  $t_e$  - тривалість їзди, год.;  $V_{tn}, V_{tx}$  - технічна швидкість руху автомобіля з вантажем і без вантажу, км/год.

Кількість оборотів автомобіля за час його роботи на маршруті:

$$n_0 = \frac{T_M}{t_0}, \quad (3.2)$$

де  $T_M$  - час роботи автомобіля на маршруті, год.

Маса вантажу, перевезеного автомобілем за добу дорівнює, т:

$$Q_{ооо} = q\gamma_{cm} \cdot n_0, \quad (3.3)$$

де  $q$  - вантажопід'ємність автомобіля, т;  $\gamma_{cm}$  - коефіцієнт використання вантажопід'ємності ( $0 \leq \gamma_{cm} \leq 1$ ).

Добовий вантажообіг, т км, оцінюється за виразом:

$$W_{\text{доб}} = q \cdot \gamma_{\text{см}} \cdot n_0 \bar{l}, \quad (3.4)$$

де  $\bar{l}$  - середня відстань перевезення, км.

Для перевезення вантажу обсягом  $Q_{\text{заг}}$ , т, необхідна кількість автомобілів становить:

$$A_{\kappa} = \frac{Q_{\text{заг}}}{Q_{\text{доб}}}, \quad (3.5)$$

Коефіцієнт використання пробігу автомобіля дорівнює:

$$\beta = \frac{l_{\text{нх}}}{l_{\text{нх}} + l_{\text{х}}}, \quad (3.6)$$

де  $l_{\text{нх}}$  - сумарна довжина навантаженої і ненавантаженої їздки автомобіля на маршруті.

## 2. Основні показники маятникового маршруту зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом.

Приклад графіка роботи автомобіля та схема маяткового маршруту зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом і його схема наведені на рис. 3.3.

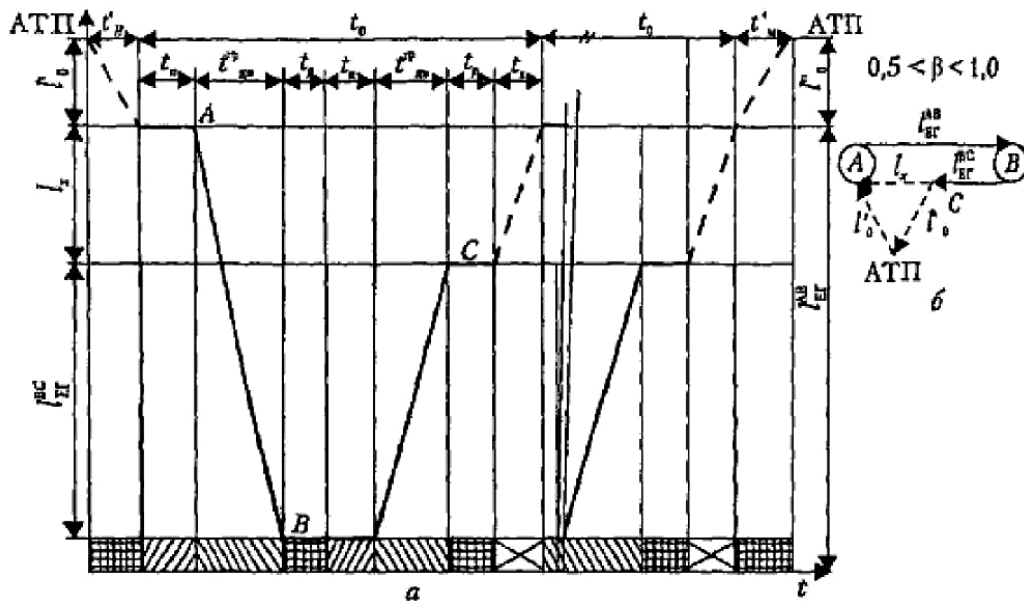







Рисунок 3.3. - Графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом (а) і його схема (б).

-  - рух при нульовому пробігу;
-  - навантаження;
-  - рух без вантажу;
-  - рух з вантажем;
-  - розвантаження;

Час обороту автомобіля, год., оцінюється за виразом:

$$t_0 = t_n + \frac{l'_{nep}}{V_t} + t_p + t_n + \frac{l''_{nep}}{V_t} + t_p + \frac{l_x}{V_t}, \quad (3.7)$$

де  $t_n$  - час навантаження, год.;  $t_p$  - час розвантаження, год.;  $l'_{nep}$  - відстань перевезення в прямому напрямку, км;  $l''_{nep}$  - відстань перевезення в зворотному напрямку, км;  $l_x$  - відстань їзди автомобіля без вантажу, км;  $V_t$  - технічна швидкість руху автомобіля, км/год.

Кількість оборотів автомобіля дорівнює:

$$n_0 = \frac{T_M}{t_0}; \quad (3.8)$$

Кількість їздок:

$$n_e = 2n_0. \quad (3.9)$$

Продуктивність автомобіля на маршруті: можлива маса вантажу, перевезена автомобілем за добу, т, та добовий вантажообіг розраховуються по формулам:

$$Q_{доб} = q \cdot \gamma_{cm} \cdot n_e; \quad (3.10)$$

$$W_{доб} = q \cdot \gamma_{cm} \cdot n_e (l'_{nep} + l''_{nep}). \quad (3.11)$$

Для перевезення обсягу вантажу  $Q_{заг}$ , т, необхідна наступна кількість автомобілів:

$$A_k = \frac{Q_{заг}}{Q_{доб}}. \quad (3.12)$$

Виходячи з показників продуктивності автомобіля можна розрахувати середню відстань перевезень вантажів, км:

$$\bar{l} = \frac{W_{доб}}{Q_{доб}}. \quad (3.14)$$

Коефіцієнт використання пробігу дорівнює:

$$\beta = \frac{l'_{nep} + l''_{nep}}{2l'_{nep}}. \quad (3.15)$$

### 3. Показники маятникового маршруту зі зворотнім повністю навантаженим пробігом.

Приклад графіка роботи автомобіля і схему його маршруту на маятниковому маршруті зі зворотнім повністю навантаженим пробігом наведено на рис. 3.4.

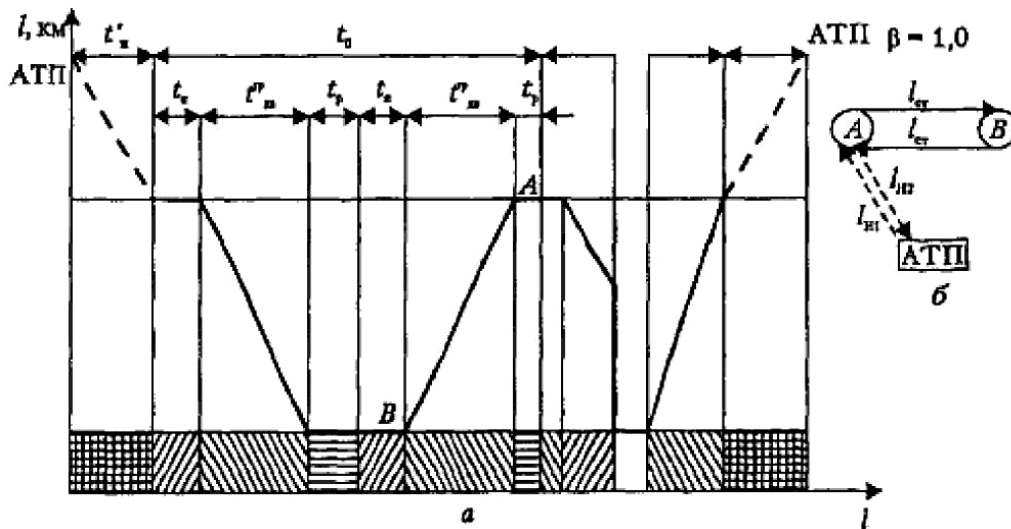






Рисунок 3.4. - Графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім повністю навантаженим пробігом (а) і його схема (б).

- |   |                              |   |                  |
|---|------------------------------|---|------------------|
|  | - рух при нульовому пробігу; |  | - навантаження;  |
|  | - рух з вантажем;            |  | - розвантаження; |

Тривалість обороту автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім повністю навантаженим пробігом визначається по формулі:

$$t_0 = t_{пyx} + \sum t_{нр} = \frac{2l_{пyx}}{V_t} + t'_{нр} + t''_{нр}, \quad (3.16)$$

де  $t'_{нр}, t''_{нр}$  - тривалість навантаження і розвантаження в пунктах маршруту (п. А і п. В);  $l_{пyx}$  - відстань доставки вантажу, км.

$$l_{пyx} = l_{нр} + l_n, \quad (3.17)$$

де  $l_{нр}, l_n$  - відповідно відстань між пунктами доставки вантажу та нульового пробігу.

Кількість оборотів і їздок дорівнюють:

$$n_0 = \frac{T_M}{t_0}; \quad (3.18)$$

$$n_e = 2n_0. \quad (3.19)$$

Добовий об'єм перевезення вантажу та вантажопотік оцінюються за формулами:

$$Q_{доб} = q \cdot \gamma_{cm} \cdot n_e; \quad (3.20)$$

$$W_{доб} = q \cdot \gamma_{cm} \cdot n_e (l'_{nep} + l''_{nep}). \quad (3.21)$$

Виходячи з показників продуктивності автомобіля можна розрахувати середню відстань перевезень вантажів, км:

$$\bar{l} = \frac{W_{доб}}{Q_{доб}}. \quad (3.22)$$

Необхідна кількість автомобілів для перевезення вантажів становить:

$$A_k = \frac{Q_{заг}}{Q_{доб}}, \quad (3.23)$$

де  $Q_{заг}$  - загальний обсяг перевезення вантажу.

Коефіцієнт використання пробігу автомобіля за добу дорівнює:

$$\beta = \frac{n_e \cdot l_{nep}}{\bar{l} \cdot n_e + l_n}, \quad (3.24)$$

### Основні завдання

1. За своїм варіантом сформувані базу даних для розрахунку основних показників маятникових маршрутів, використавши таблиці 3.1. - 3.3.
2. Розрахувати основні показники роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім холостим ходом за формулами (3.1) - (3.6).
3. Розрахувати основні показники роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом за формулами (3.7) - (3.14).

4. Розрахувати основні показники роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім повністю навантаженим пробігом за формулами (3.16) – (3.24).

5. За результатами розрахунків, використовуючи міліметровий папір побудувати графіки роботи автомобіля на зазначених видах маятникових маршрутів та проаналізувати значення їх показників.

6. Порівняти коефіцієнти використання пробігу автомобіля на трьох видах маятникових маршрутах.

7. За результатами виконання завдань ПЗ № 3 зробити відповідні висновки.

## Приклад виконання практичного заняття в системі Mathcad

### Практичне заняття № 3

Тема : Показники роботи автомобіля на маятниковому маршруті

База даних:

$$\begin{aligned}t_H &:= 0.5 & l_H &:= 19 & V_{тн} &:= 30 & T_M &:= 8.5 & \gamma_{ст} &:= 0.7 \\t_P &:= 0.5 & l_X &:= 6 & V_{тх} &:= 25 & q &:= 7 & Q_{зад} &:= 355\end{aligned}$$

1. Показники маятникового маршруту зі зворотнім холостим пробігом

Тривалість обороту автомобіля на маршруті

$$t_c := t_H + \frac{l_H}{V_{тн}} + t_P + \frac{l_X}{V_{тх}}$$

$$t_c = 1.873 \text{ год.}$$

Кількість оборотів автомобіля за час його роботи на маршруті

$$t_0 := t_c$$

$$n_0 := \frac{T_M}{t_0}$$

$$n_0 = 4.537$$

Маса вантажу, перевезеного автомобілем за добу

$$Q_{доб} := q \cdot \gamma_{ст} \cdot n_0$$

$$Q_{доб} = 22.233 \text{ т.}$$

Середня відстань перевезення

$$l_{ср} := \frac{l_H + l_X}{2}$$

$$l_{ср} = 12.5 \text{ км}$$

Добовий вантажообіг

$$W_{доб} := q \cdot \gamma_{ст} \cdot n_0 \cdot l_{ср}$$

$$W_{доб} = 277.914 \text{ т.км}$$

Необхідна кількість автомобілів для перевезення

$$A_K := \frac{Q_{\text{заг}}}{Q_{\text{доб}}}$$

$$A_K = 15.967 \text{ од.}$$

Сумарна довжина навантаженої і ненавантаженої їздки автомобіля на маршруті

$$l_{\text{HX}} := l_{\text{H}} + l_{\text{X}}$$

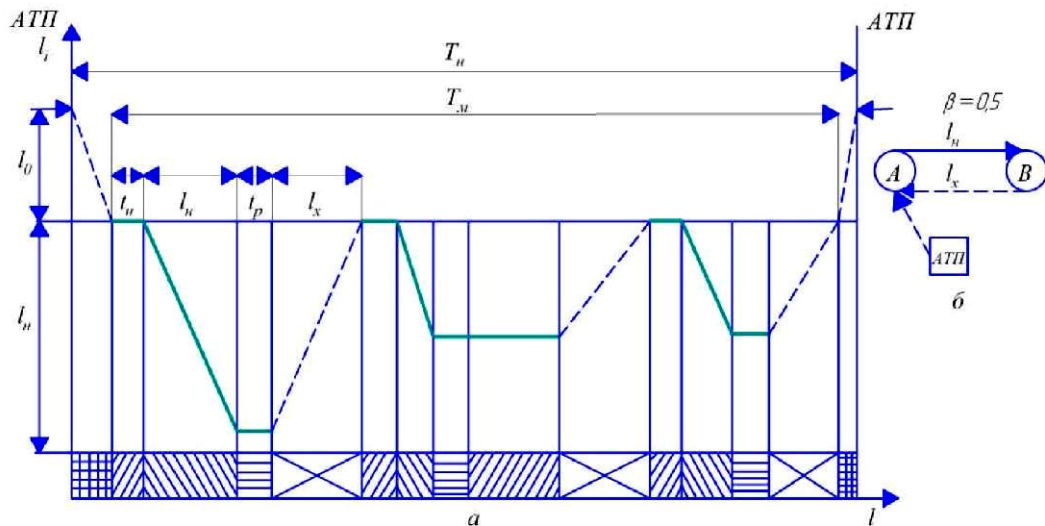
$$l_{\text{HX}} = 25 \text{ км}$$

Коефіцієнт використання пробігу автомобіля

$$\beta := \frac{l_{\text{HX}}}{l_{\text{HX}} + l_{\text{X}}}$$

$$\beta = 0.806$$

Графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім холостим пробігом і його схема



2. Основні показники маятникового маршруту зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом

$$t_{\text{пер}} := 0.25 \quad l'_{\text{пер}} := 26 \quad V_t := 26 \quad T_M := 6.0 \quad \gamma_{\text{пер}} := 0.8$$

$$t_{\text{пер}} := 0.30 \quad l''_{\text{пер}} := 16 \quad l_{\text{пер}} := 17 \quad q := 10 \quad Q_{\text{пер}} := 420$$

Час обороту автомобіля

$$t_{\text{об}} := t_{\text{H}} + \frac{l'_{\text{пер}}}{V_t} + t_p + t_{\text{H}} + \frac{l''_{\text{пер}}}{V_t} + t_p + \frac{l_{\text{X}}}{V_t}$$

$$t_{\text{об}} = 3.369 \text{ год.}$$

Кількість оборотів автомобіля

$$n_0 := \frac{T_M}{t_0}$$

$$n_0 = 1.781$$

Кількість їздок

$$n_e := 2 \cdot n_0$$

$$n_e = 3.562$$

Продуктивність автомобіля на маршруті:

- можлива маса вантажу, перевезена автомобілем за добу

$$Q_{\text{доб}} := q \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot n_e$$

$$Q_{\text{доб}} = 28.493 \quad \text{т}$$

- добовий вантажообіг автомобіля

$$W_{\text{доб}} := q \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot n_e \cdot (l'_{\text{пер}} + l''_{\text{пер}})$$

$$W_{\text{доб}} = 1196.712 \quad \text{т.км}$$

Кількість автомобілів, що необхідна для перевезення обсягу вантажу

$$A_k := \frac{Q_{\text{заг}}}{Q_{\text{доб}}}$$

$$A_k = 14.74 \quad \text{од.}$$

Середня відстань перевезення вантажів

$$l_{\text{ср}} := \frac{W_{\text{доб}}}{Q_{\text{доб}}}$$

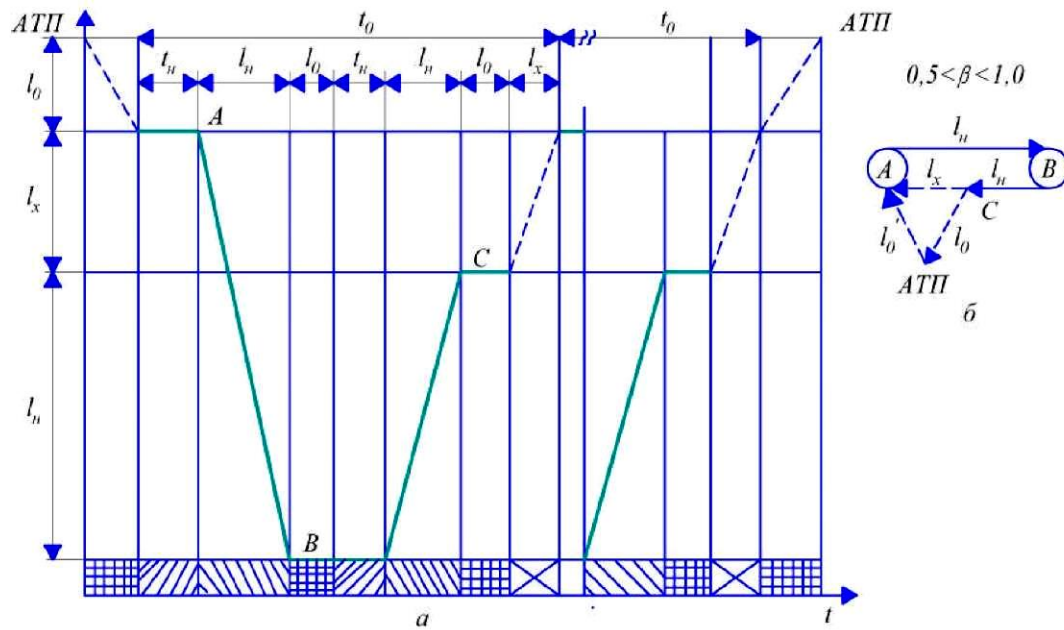
$$l_{\text{ср}} = 42 \quad \text{км}$$

Коефіцієнт використання пробігу

$$\beta := \frac{l'_{\text{пер}} + l''_{\text{пер}}}{2 \cdot l'_{\text{пер}}}$$

$$\beta = 0.808$$

Графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом і його схема



3. Показники маятникового маршруту зі зворотнім повністю навантаженим пробігом

$$l_{\text{пер}} := 31 \quad t'_{\text{нр}} := 0.25 \quad T_M := 13 \quad \gamma_{\text{пер}} := 0.9$$

$$l_{\text{н}} := 7 \quad t''_{\text{нр}} := 0.30 \quad q := 12 \quad Q_{\text{пер}} := 560$$

Відстань доставки вантажу

$$l_{\text{рух}} := l_{\text{пер}} + l_{\text{н}}$$

$$l_{\text{рух}} = 38 \text{ км}$$

Тривалість обороту автомобіля

$$t_{\text{об}} := \frac{2 \cdot l_{\text{рух}}}{V_t} + t'_{\text{нр}} + t''_{\text{нр}}$$

$$t_{\text{об}} = 3.473 \text{ год}$$

Кількість оборотів автомобіля

$$n_{\text{об}} := \frac{T_M}{t_{\text{об}}}$$

$$n_{\text{об}} = 3.743$$

Кількість їздок автомобіля

$$n_{\text{їз}} := 2 \cdot n_{\text{об}}$$

$$n_{\text{їз}} = 7.486$$

Добовий об'єм перевезення вантажу

$$Q_{\text{доб}} := q \cdot \gamma_{\text{пер}} \cdot n_{\text{їз}}$$

$$Q_{\text{доб}} = 80.85 \text{ т}$$

Вантажопотік

$$W_{\text{доб}} := q \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot n_e \cdot (2 \cdot l_{\text{рух}})$$

$$W_{\text{доб}} = 6144.638 \text{ т.км}$$

Середня відстань перевезення вантажів

$$l_{\text{ср}} := \frac{W_{\text{доб}}}{Q_{\text{доб}}}$$

$$l_{\text{ср}} = 76 \text{ км}$$

Кількість автомобілів, що необхідна для перевезення обсягу вантажу

$$A_k := \frac{Q_{\text{заг}}}{Q_{\text{доб}}}$$

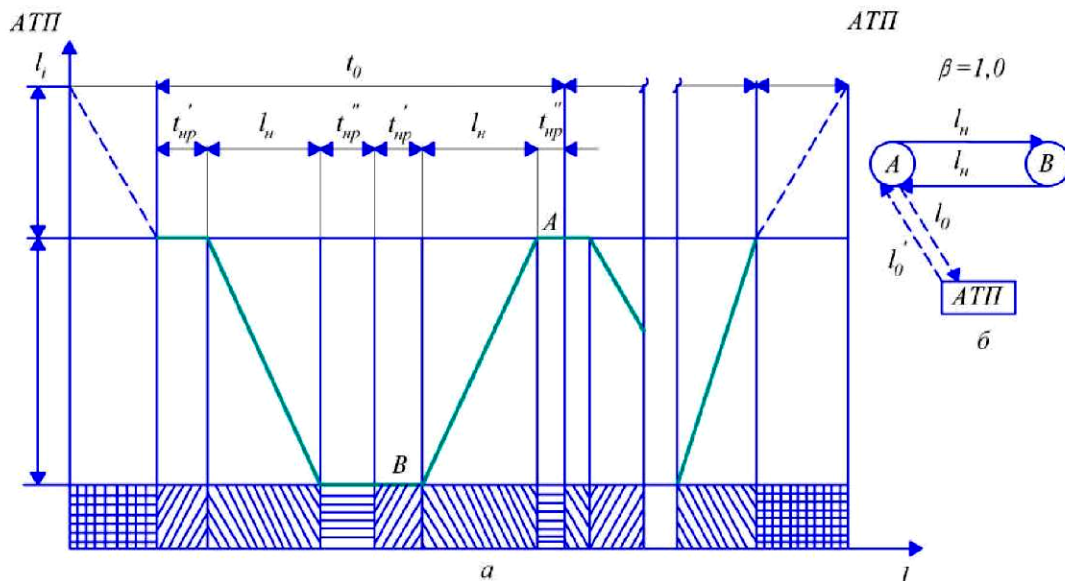
$$A_k = 6.926 \text{ од.}$$

Коефіцієнт використання пробігу автомобіля за добу

$$\beta := \frac{n_e \cdot l_{\text{пер}}}{l_{\text{ср}} \cdot n_e + l_{\text{н}}}$$

$$\beta = 0.403$$

Графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотнім повністю навантаженим пробігом і його схема



**Висновок:** Таким чином, відповідно при порівнянні отриманих розрахункових даних коефіцієнту використання пробігу автомобіля з теоретичними ми бачемо:

- на маршруті зі зворотним холостим пробігом коефіцієнт  $\beta=0,8$  не задовольняє умові, автомобіль перевантажено;
- на маршруті зі зворотним не повністю навантаженим пробігом коефіцієнт  $\beta=0,8$  задовольняє умові, автомобіль функціонує нормально;
- на маршруті зі зворотним повністю навантаженим пробігом коефіцієнт  $\beta=0,4$  задовольняє умові, але свідчить про не повне використання корисної площі кузова та відповідно про завантаженість автомобіля менш ніж на половину.

### **Контрольні питання**

1. Що таке маятниковий маршрут? Види маятникових маршрутів.
2. Зобразити схеми різних видів маятникових маршрутів.
3. Як побудувати графік роботи автомобіля на маятниковому маршруті?
4. Назвати основні показники маятникових маршрутів.
5. Як розрахувати тривалість обороту автомобіля на різних видах маятникового маршруту?
6. Як розрахувати продуктивність (маса перевезеного вантажу, вантажооборот) автомобіля на різних видах маятникового маршруту?
7. Що визначає коефіцієнт використання пробігу автомобіля на маршруті і як він визначається для різних видів маятникового маршруту?
8. Як оцінити кількість оборотів автомобіля на маршруті?

**Рекомендована література: [ 2-9, 12-15, 18-25 ]**



При розрахунках кільцевих маршрутів визначають наступні показники:

- тривалість роботи автомобіля на маршруті, год:

$$T_M = T_H - t_H = T_H - \frac{l'_H + l''_H}{V_{тн}}, \quad (4.1)$$

де  $T_H$  - час в наряді, год;  $t_H$  - тривалість нульового пробігу, год;

$$t_H = \frac{l'_H + l''_H}{V_{тн}}, \quad (4.2)$$

де  $l'_H, l''_H$  - довжина прямого і зворотного нульового пробігу;  $V_{тн}$  - технічна швидкість нульового пробігу, км/год;

- час обороту автомобіля:

$$\begin{aligned} t_0 &= \frac{\sum_{i=1}^k l_i}{\sum_{i=1}^k V_{ii}} + \sum_{i=1}^n t_{нpi} = \sum_{i=1}^k t_{пуxi} + \sum_{i=1}^k t_{нpi} = t_{пуx}^{AB} + t_{пуx}^{BC} + t_{пуx}^{CD} + t_{пуx}^{DE} + t_{пуx}^{EA} + \\ &+ t_H^A + t_H^B + t_p^B + t_H^C + t_H^D + t_p^D + t_H^E + t_p^E + t_p^A = \frac{l_{AB}}{V_{AB}} + \frac{l_{BC}}{V_{BC}} + \frac{l_{CD}}{V_{CD}} + \frac{l_{DE}}{V_{DE}} + \\ &+ \frac{l_{EA}}{V_{EA}} + t_H^A + t_H^B + t_p^B + t_H^C + t_p^C + t_H^D + t_p^D + t_H^E + t_p^E + t_p^A, \end{aligned} \quad (4.3)$$

де  $L_M$  - загальна довжина кільцевого маршруту, км;  $\sum t_{нpi}$  - тривалість навантаження-розвантаження в пунктах маршруту, год;  $\sum t_{пуx}$  - тривалість руху на ділянках маршруту, год;  $k$  - кількість ділянок на маршруті, ( $k = 5$ );

- число оборотів автомобіля на маршруті за час роботи:

$$n_0 = \frac{T_M}{t_0}. \quad (4.4)$$

Якщо число оборотів автомобіля на маршруті не є цілим числом, то необхідно після округлення перерахувати час роботи автомобіля на маршруті і в наряді, год.:

$$T_M = t_0 \cdot n_0, \quad (4.5)$$

$$T_H = T_M + t_H.$$

Добове напрацювання автомобіля в тонах і тонно-кілометрах:

а) об'єм (маса) перевезених вантажів, т:

$$Q_{\text{дооб}} = qn_0 \sum_{i=1}^k \gamma_{cmi} = qn_0 (\gamma_{AB} + \gamma_{BC} + \gamma_{CD} + \gamma_{DE} + \gamma_{EA}), \quad (4.6)$$

де  $q$  - вантажопід'ємність автомобіля;  $\gamma_{cm}$  - статичний коефіцієнт використання вантажопід'ємності автомобіля на ділянках маршруту.

б) транспортна робота, т.км.:

$$W_a = qn_0 \sum_{i=1}^k \gamma_{cmi} \cdot l_i = qn_0 (l_{AB}\gamma_{AB} + l_{BC}\gamma_{BC} + l_{CD}\gamma_{CD} + l_{DE}\gamma_{DE} + l_{EA}\gamma_{EA}). \quad (4.7)$$

Добовий пробіг автомобіля розраховується за формулою:

$$l_{\text{дооб}} = n_0 \cdot \left( \sum_{i=1}^k l_i + (l'_n + l''_n) \right) = n_0 (l_{AB} + l_{BC} + l_{CD} + l_{DE} + l_{EA}) + l'_n + l''_n. \quad (4.8)$$

Середня довжина навантаженої їзди за оборот дорівнює, км:

$$\bar{l}_{\text{їзд}} = \frac{\sum_{i=1}^k l_i}{k}. \quad (4.9)$$

Середню відстань перевезень вантажів за оборот можна оцінити за формулою, км:

$$\bar{l} = \frac{W_a}{Q_{\text{дооб}}} = \frac{q \sum_{i=1}^k \gamma_{cmi} l_i}{q \sum_{i=1}^k \gamma_{cmi}} = \frac{\sum_{i=1}^k \gamma_{cmi} l_i}{\sum_{i=1}^k \gamma_{cmi}} = \frac{\gamma_{AB} l_{AB} + \gamma_{BC} l_{BC} + \gamma_{CD} l_{CD} + \gamma_{DE} l_{DE} + \gamma_{EA} l_{EA}}{\gamma_{AB} + \gamma_{BC} + \gamma_{CD} + \gamma_{DE} + \gamma_{EA}}, \quad (4.10)$$

а середній час простою під навантаженням-розвантаженням за кожен їзд за оборот, год, дорівнює:

$$\bar{t}_{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^k t_{\text{пр}i}}{k} = \frac{t_{\text{пр}}^A + t_{\text{пр}}^B + t_{\text{пр}}^C + t_{\text{пр}}^D + t_{\text{пр}}^E}{5}. \quad (4.11)$$

Середній коефіцієнт статичного використання вантажопід'ємності за оборот розраховується за формулою:

$$\bar{\gamma}_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^k \gamma_{cmi}}{k} = \frac{\gamma_{AB} + \gamma_{BC} + \gamma_{CD} + \gamma_{DE} + \gamma_{EA}}{k}, \quad (4.12)$$

$$\text{або } \bar{\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^k q_{\phi i}}{\sum_{i=1}^k q} = \frac{q_{AB} + q_{BC} + q_{CD} + q_{DE} + q_{EA}}{kq}, \quad (4.13)$$

де  $q_{\phi i}$  - маса вантажу, що навантажується в кожному пункті маршруту, т.

Коефіцієнт використання пробігу автомобіля на маршруті:

$$\beta = \frac{l_{ван} n_0}{l_{доб}}, \quad (4.14)$$

де  $l_{ван}$  - сумарний шлях пробігу автомобіля з вантажем;  $l_{доб}$  - пробіг автомобіля за добу.

$$l_{ван} = n_0 \cdot \left( \sum_{i=1}^k l_i - (l'_н - l''_н) \right). \quad (4.15)$$

### Основні завдання

1. За своїм варіантом за таблицями 4.1-4.4 сформуванати базу даних для виконання розрахунково-практичної роботи.
2. За виразами (4.1) – (4.4) розрахувати тривалість роботи, час обороту, число оборотів автомобіля.
3. Використавши вирази (4.5) і (4.6), оцінити продуктивність автомобіля, визначивши об'єм перевезень та транспортну роботу.
4. За довжиною ділянок маршруту і статистичними коефіцієнтами використання вантажопід'ємності автомобіля на них визначити добовий пробіг, середню довжину навантаженої їзди та середню відстань перевезень вантажів за оборот.
5. За виразами (4.10) – (4.12) визначити середній час простою під навантаженням-розвантаженням та середній коефіцієнт статичного використання вантажопід'ємності автомобіля.
6. Розрахувати час обороту автомобіля на розвізному маршруті та коефіцієнт використання пробігу на ньому (формули (4.13), (4.14)).
7. За результатами розрахунків по ПЗ № 4, використовуючи міліметровий папір, побудувати графік роботи автомобіля на кільцевому маршруті та зробити відповідні висновки.

## Приклад виконання практичного заняття в системі Mathcad

### Практичне заняття № 4

Тема : Показники кільцевого маршруту

База даних:

$$\text{ORIGIN} \equiv 1$$

$$l'_H := 10 \quad V_{тн} := 15 \quad q := 16$$

$$l''_H := 10 \quad T_H := 8.1$$

$$k := 5 \quad n := 10$$

$$l := \begin{pmatrix} 3 \\ 18 \\ 5 \\ 4 \\ 19 \end{pmatrix}$$

$$V := \begin{pmatrix} 45 \\ 55 \\ 43 \\ 5 \\ 55 \end{pmatrix}$$

$$\gamma := \begin{pmatrix} 0.8 \\ 0.9 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.6 \end{pmatrix}$$

$$t := \begin{pmatrix} 0.4 \\ 0.6 \\ 0.1 \\ 0.0 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.3 \\ 0.4 \\ 0.7 \\ 0.5 \end{pmatrix}$$

Тривалість нульового пробігу

$$t_0 := \frac{l'_H + l''_H}{V_{тн}}$$

$$t_0 = 1.333 \text{ год.}$$

Тривалість роботи автомобіля на маршруті

$$T_M := T_H - t_0$$

$$T_M = 6.767 \text{ год.}$$

Час обороту автомобіля

$$t_{об} := \frac{\sum_{i=1}^k l_i}{\sum_{i=1}^k V_i} + \sum_{i=1}^n t_i$$

$$t_{об} = 4.741 \text{ год.}$$

Число оборотів автомобіля на маршруті

$$n_0 := \frac{T_M}{t_{об}}$$

$$n_0 = 1.427$$

$$n_{об} := 1$$

Число оборотів автомобіля на маршруті не є цілим числом, тому після округлення здійснюємо перерахунок часу роботи транспортного засобу на маршруті і в наряді

$$T_{\text{марш}} := t_0 \cdot n_0$$

$$T_{\text{М}} = 1.333 \text{ год.}$$

$$T_{\text{нар}} := T_{\text{М}} + t_0$$

$$T_{\text{Н}} = 2.667 \text{ год.}$$

**Добове напрацювання автомобіля в тонах і тоно-кілометрах**

**а) об'єм перевезених вантажів**

$$Q_{\text{доб}} := q \cdot n_0 \cdot \sum_{i=1}^k \gamma_i$$

$$Q_{\text{доб}} = 60.8 \text{ т}$$

**б) транспортна робота**

$$W_a := q \cdot n_0 \cdot (l_1 \cdot \gamma_1 + l_2 \cdot \gamma_2 + l_3 \cdot \gamma_3 + l_4 \cdot \gamma_4 + l_5 \cdot \gamma_5)$$

$$W_a = 587.2 \text{ т.км}$$

**Добовий пробіг автомобіля**

$$l_{\text{доб}} := n_0 \cdot \left[ \sum_{i=1}^k l_i + (l'_{\text{Н}} + l''_{\text{Н}}) \right]$$

$$l_{\text{доб}} = 69 \text{ км}$$

**Середня довжина навантаженої їзди за оборот**

$$l_{\text{ср.їзд}} := \frac{\sum_{i=1}^k l_i}{k}$$

$$l_{\text{ср.їзд}} = 9.8 \text{ км}$$

**Середня відстань перевезень вантажів за оборот**

$$l_{\text{ср}} := \frac{W_a}{Q_{\text{доб}}}$$

$$l_{\text{ср}} = 9.658 \text{ км}$$

**Середній час простою під навантаженням -розвантаженням за кожную їзду за оборот**

$$t_{\text{ср.пр}} := \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{k} \quad t_{\text{ср.пр}} = 0.36 \text{ год.}$$

Середній коефіцієнт статичного використання вантажопід`ємності автомобіля за оборот

$$\gamma_{\text{ср.ст}} := \frac{\sum_{i=1}^k \gamma_i}{k}$$

$$\gamma_{\text{ср.ст}} = 0.76$$

Сумарний шлях пробігу автомобіля з вантажем

$$l_{\text{ван}} := n_0 \cdot \left[ \sum_{i=1}^k l_i - (l'_H + l''_H) \right]$$

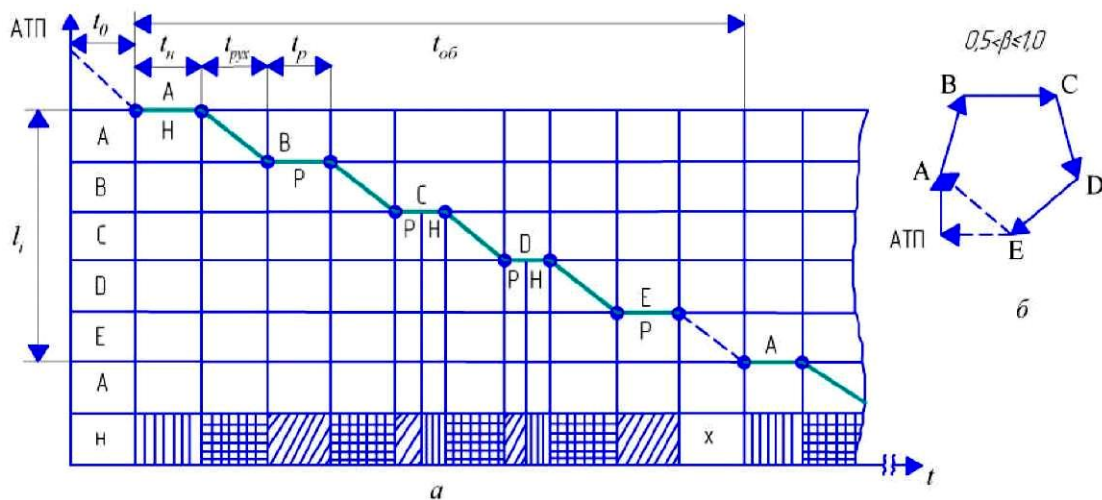
$$l_{\text{ван}} = 29$$

Коефіцієнт використання пробігу автомобіля на маршруті

$$\beta := \frac{l_{\text{ван}} \cdot n_0}{l_{\text{доб}}}$$

$$\beta = 0.42$$

Графік роботи автомобіля на кільцевому маршруті та його схема



**Висновок:** Таким чином, значення середнього коефіцієнту використання вантажопід`ємності автмобіля за оборот  $\gamma_{\text{ср.ст}} = 0.76$  свідчить про неповне завантаження рухомого складу, а розрахункове значення коефіцієнту використання пробігу автомобіля на кільцевому маршруті в порівнянні з теоретичним  $\beta = 0.42$  про неефективність таких перевезень оскільки  $\beta < 0,5$ .

## Контрольні питання

1. Що таке кільцевий маршрут ? Його різновиди.
2. Дати тлумачення розвізного, збірного та збірно-розвізного маршрутів.
3. Як розраховуються тривалість роботи і час обороту автомобіля?
4. Як визначити число оборотів автомобіля на маршруті під час роботи?
5. Як оцінити продуктивність автомобіля на кільцевому маршруті?
6. Чому дорівнюють середня довжина навантаженої їзди та середня відстань перевезень вантажів за час обороту автомобіля?
7. Як розрахувати середній час простою під навантаженням-розвантаженням?
8. Чому дорівнює середній коефіцієнт статичного використання вантажопід'ємності автомобіля за оборот.
9. Як оцінити час обороту автомобіля на кільцевому маршруті?
- 10.Що таке коефіцієнт використання пробігу автомобіля на маршруті і як його розрахувати?

**Рекомендована література: [ 1-9, 12-15, 18-25 ]**

### 3.5. Практичне заняття №5

**Тема:** Визначення основних техніко-експлуатаційних показників роботи різних типів рухомого складу на маршруті та потрібної їх кількості

**Мета роботи:** визначити основні техніко-експлуатаційні показники роботи різних марок рухомого складу автотранспортного підприємства при перевезенні вантажів та необхідну їх кількість для роботи на маршруті.

#### Короткі теоретичні відомості

Для планування, обліку і аналізу роботи рухомого складу застосовується система техніко-експлуатаційних показників (ТЕП), що дозволяють оцінити результати роботи і ефективність використання, як окремого автомобіля, так і їх групи, в конкретних умовах експлуатації. Залежно від способу встановлення значень ТЕП виділяють два їх виду: основні (первинні) і виробничі (розрахункові).

Первинні ТЕП встановлюються безпосередньо за даними обліку роботи автомобілів на лінії (об'єм, відстань, час перевезення вантажу та ін.). Значення розрахункових ТЕП встановлюється за допомогою математичних дій над первинними і іншими розрахунковими ТЕП (коефіцієнти використання пробігу і вантажопідйомності, продуктивність автомобіля та ін.).

Направлене переміщення вантажу між двома пунктами називається вантажопотоком.

Приклад схеми переміщення вантажів наведено на рис. 5.1.

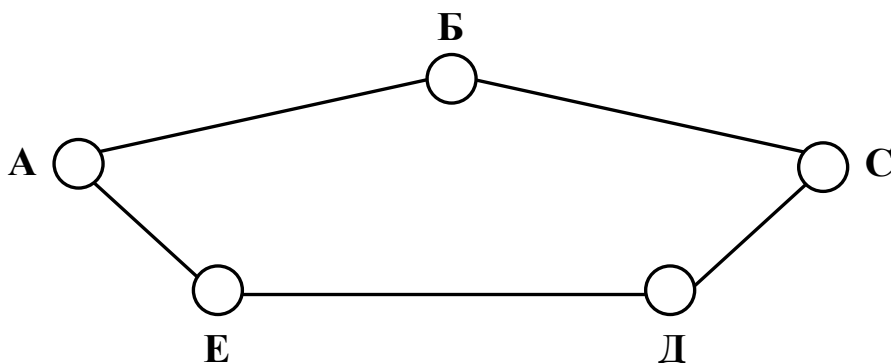


Рисунок 5.1 – Схема маршруту автомобіля при перевезенні вантажів

Напрямок, в якому йде найбільша кількість вантажів, називається прямим або завантаженим, а протилежний – зворотним або порожнім.

Кількість перевезених вантажів в рік, місяць, добу складає обсяг перевезень.

Обсяг перевезень на маршруті за зміну визначається по формулі:

$$Q_{зм} = \sum_{i=1}^k Q_i \cdot T_m, \quad (5.1)$$

де  $Q_i$  - вантажопотік за годину по  $i$ -ій їзді, т.;  $k$  - кількість їздок на маршруті;  $T_m$  - час роботи автомобілів на маршруті, год.

Вантажепід'ємність залежить від конструктивних особливостей рухомого складу. Вона визначається розмірами вантаженесучої частини та може бути при одній і тій же вантажепід'ємності автомобіля різною. Ступінь використання вантажепід'ємності одиниці рухомого складу характеризується коефіцієнтом використання вантажепід'ємності.

Коефіцієнт статичного використання вантажепід'ємності визначається відношенням фактичної кількості вантажу, що перевозиться автомобілем, до кількості вантажу, що може бути перевезена при повному використанні вантажепід'ємності рухомого складу.

$$\gamma_c = \frac{Q_{зм}}{Q_{змн}}, \quad (5.2)$$

де  $Q_{змн}$  - можливий обсяг перевезень на маршруті за зміну при повному використанні вантажепід'ємності рухомого складу.

Шлях пройдений автомобілем за час знаходження на лінії називається загальним пробігом, який складається з пробігу з вантажем, без вантажу та нульового пробігу.

Нульові пробіги пов'язані з необхідністю подачі рухомого складу з АТП до пункту першого навантаження та повернення його по закінченню роботи з останнього пункту розвантаження. До нульового пробігу також відносяться поїздки, пов'язані з заправкою паливом, виконанням ТО і т.д.

Використання пробігу рухомого складу характеризується коефіцієнтом використання пробігу, що визначається відношенням навантаженого пробігу до загального:

$$\beta = \frac{l_e}{l_{об}}, \quad (5.3)$$

де  $l_{об}$  - довжина обороту, км.;  $l_e$  - пробіг з вантажем, км.

Час обороту автомобіля на маршруті складається з добутку часу їздок, що входять в маршрут:

$$t_{об} = \sum_{i=1}^k t_{їзди} = \sum_{i=1}^k t_{пых} + \sum_{i=1}^k t_{нрi} = \sum_{i=1}^k \frac{l_i}{V_{Ti}} + \sum_{i=1}^k t_{нрi}, \quad (5.4)$$

де  $l_i$  - відстань доставки вантажу, км.;  $t_{нрi}$  - час простою під навантаженням-розвантаженням на одну їзду, год.

Кількість оборотів автомобіля на маршруті за день визначається за формулою:

$$z_{об} = \frac{T}{t_{об}}. \quad (5.5)$$

Кількість вантажу, що перевозиться одним автомобілем за один оборот:

$$W_{об} = \sum_{i=1}^n q_n \cdot \gamma_c, \quad (5.6)$$

де  $n$  - кількість їздок за оборот;  $q_n$  - номінальна вантажопід'ємність автомобіля, т.

Кількість вантажу, що перевозить автомобіль за робочий день:

$$W_{день} = z_{об} \cdot W_{об}. \quad (5.7)$$

Необхідна кількість транспортних засобів на маршруті:

$$A_{ТЗ} = \frac{Q_{зм}}{W_{день}}. \quad (5.8)$$

## Основні завдання

1. Сформувати базу даних за своїм варіантом, використавши таблицю Д.1.
2. Навести схему маршруту автомобіля.
3. За формулою (5.1) розрахувати обсяг перевезень на маршруті за зміну та побудувати графік його залежності від часу роботи автомобілів.
4. Розрахувати час обороту автомобіля на маршруті, використавши формулу (5.4) та побудувати графік його залежності від відстані доставки вантажу.
5. Визначити за формулою (5.5) кількість оборотів автомобіля на маршруті.
6. Коефіцієнт використання пробігу рухомого складу розрахувати за формулою (5.3).
7. Використавши формулу (5.6) розрахувати кількість вантажу, що перевозиться одним автомобілем за один оборот та побудувати графік її залежності від коефіцієнту статичного використання вантажепід'ємності.
8. Скоректувати кількість пунктів заїзду на розвізних маршрутах з урахуванням технологічних обмежень і технічних характеристик автомобіля.
9. За формулою (5.7) визначити кількість вантажу, що перевозить автомобіль за робочий день та розрахувати їх необхідну кількість на маршруті (5.8).
10. Побудувати графік зміни коефіцієнта відносної ефективності розвізних маршрутів залежно від відстані розподільного центра від центру тяжіння району обслуговування.
11. Зробити висновки за результатами виконання завдань ПЗ № 5.

Приклад виконання практичного заняття в системі Mathcad

Практичне заняття № 5

Тема : Визначення основних техніко-експлуатаційних показників роботи різних типів рухомого складу на маршруті та потрібної їх кількості

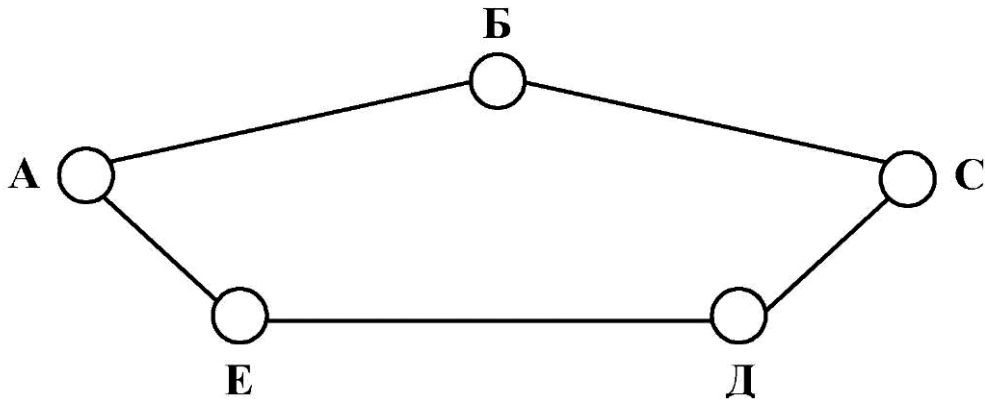
База даних:

$$\text{ORIGIN} := 1 \quad k := 5 \quad n := 2 \quad l_{об} := 51 \quad l_{в} := 40$$

$$Q := \begin{pmatrix} 23 \\ 52 \\ 10 \\ 61 \\ 45 \end{pmatrix} \quad T_M := \begin{pmatrix} 9.1 \\ 11 \\ 9.8 \\ 10.6 \\ 7.9 \end{pmatrix} \quad l_w := \begin{pmatrix} 10 \\ 19 \\ 8 \\ 5 \\ 9 \end{pmatrix} \quad V_T := \begin{pmatrix} 33 \\ 32 \\ 35 \\ 36 \\ 34 \end{pmatrix} \quad \text{тип} := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.8 \\ 1.1 \\ 0.7 \\ 1.2 \end{pmatrix} \quad q_H := \begin{pmatrix} 4.5 \\ 6 \\ 20 \\ 25 \\ 16 \end{pmatrix} \quad \gamma_c := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.9 \\ 1.0 \\ 0.7 \\ 0.8 \end{pmatrix}$$

ГАЗ 3309  
 ЗИЛ 433110  
 КамАЗ 6520  
 МАЗ 6430А9  
 КамАЗ 5320  
 причіп

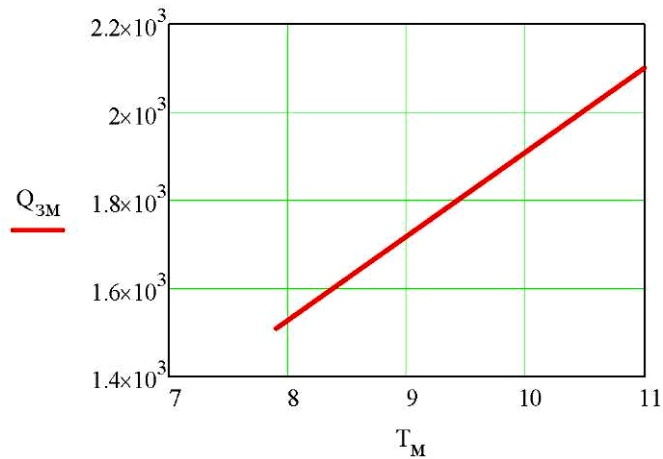
Схема маршруту автомобіля



Обсяг перевезень на маршруті за зміну

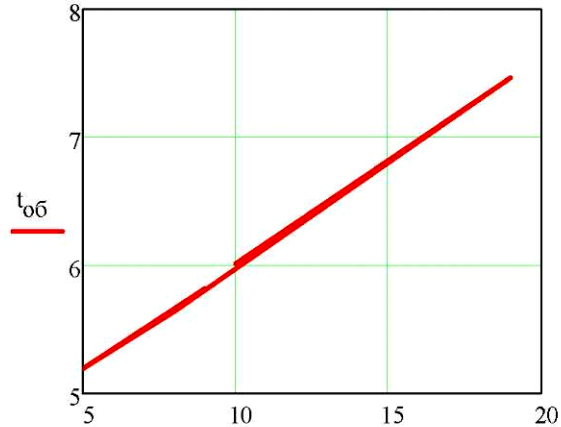
$$Q_{3M} := \sum_{i=1}^k Q_i \cdot T_M$$

$$Q_{3M} = \begin{pmatrix} 1738.1 \\ 2101 \\ 1871.8 \\ 2024.6 \\ 1508.9 \end{pmatrix} \quad T$$



Час обороту автомобіля на маршруті

$$\overrightarrow{\left(\frac{1}{V_T}\right)} = \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.59 \\ 0.23 \\ 0.14 \\ 0.26 \end{pmatrix} \quad t_{об} := \sum_{i=1}^k \overrightarrow{\left(\frac{1}{V_T}\right)} + \sum_{i=1}^k \text{тпр}_i \quad t_{об} = \begin{pmatrix} 6.02 \\ 7.47 \\ 5.64 \\ 5.19 \\ 5.82 \end{pmatrix} \text{ год}$$



Кількість оборотів автомобіля на маршруті за день 1

$$z_{об} := \frac{\Gamma_M}{t_{об}} \quad z_{об} = \begin{pmatrix} 1.51 \\ 1.47 \\ 1.74 \\ 2.04 \\ 1.36 \end{pmatrix}$$

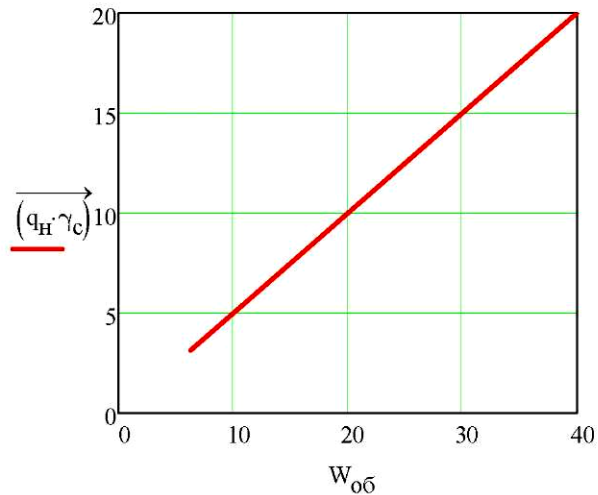
Коефіцієнт використання пробігу

$$\beta := \frac{l_B}{l_{об}} \quad \beta = 0.784$$

Кількість вантажу, що перевозить один автомобіль за один оборот

$$W_{об} := \sum_{i=1}^n \overrightarrow{(q_H \cdot \gamma_c)}$$

$$W_{об} = \begin{pmatrix} 6.3 \\ 10.8 \\ 40 \\ 35 \\ 25.6 \end{pmatrix} \text{ т}$$



Кількість вантажу, що перевозить автомобіль за робочий день

$$W_{\text{день}} := \overrightarrow{(V_{\text{об}} \cdot W_{\text{об}})}$$
$$W_{\text{день}} = \begin{pmatrix} 9.53 \\ 15.91 \\ 69.47 \\ 71.42 \\ 34.73 \end{pmatrix} \text{ т}$$

Необхідна кількість транспортних засобів на маршруті

$$A_{\text{ТЗ}} := \frac{Q_{\text{ЗМ}}}{W_{\text{день}}}$$
$$A_{\text{ТЗ}} = \begin{pmatrix} 182 \\ 132 \\ 27 \\ 28 \\ 43 \end{pmatrix} \text{ од.}$$

**Висновок:** Таким чином, проаналізувавши отримані дані можемо бачити, що оптимальними для використання на маршруті є вантажні автомобілі марки КамАЗ 6520, оскільки їх кількість є найменшою серед запропонованого парку транспортних засобів  $A_{\text{ТЗ}}=27$  од., а кількість вантажу, що перевозиться за оборот  $W_{\text{об}}=40$ т. та робочий день  $W_{\text{день}}=69.47$  т. є найбільшою, що сприяє повноті використання корисної площі кузова автомобілів, меншу кількість витрат на ТО та ремонт, а отже економічній доцільності їх роботи.

### Контрольні питання

1. Дайте класифікацію техніко-експлуатаційних показників в залежності від способу встановлення значень.
2. Дайте поняття вантажепід'ємності автомобіля. Від чого вона залежить і чим характеризується ?
3. Що називається коефіцієнтом статичного використання вантажепід'ємності автомобіля?
4. Що називається пробігом автомобіля? Наведіть їх класифікацію та коротко розкрийте сутність.
5. Що називається коефіцієнтом використання пробігу? Як він визначається?
6. Як визначити необхідну кількість транспортних засобів на маршруті

**Рекомендована література:** [ 4, 6, 7, 13, 17, 19, 24 ].

### 3.6. Практичне заняття №6

**Тема:** Вибір автотранспортного засобу для перевезення штучних та тарно-штучних вантажів

**Мета роботи:** на основі розрахунків визначити найбільш раціональний тип автомобіля для перевезення штучних та тарно-штучних вантажів.

#### Короткі теоретичні відомості

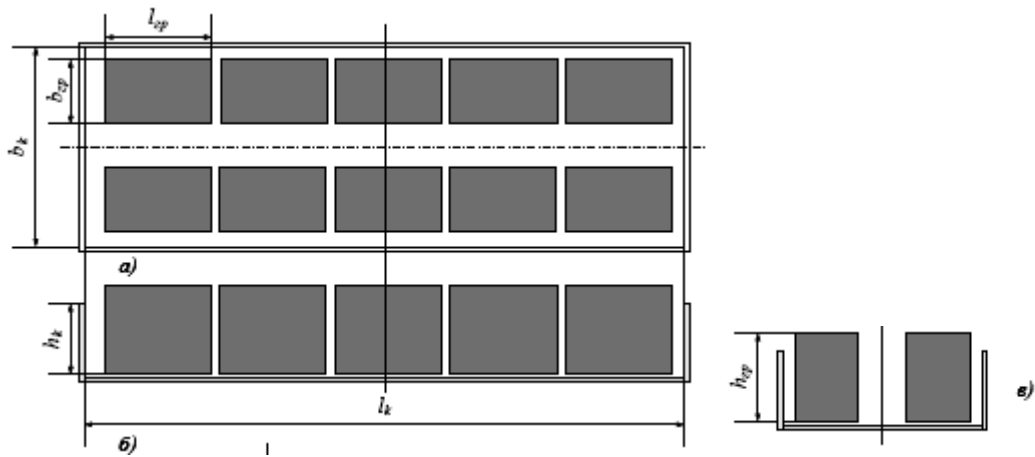
Перевезення штучних і тарно-штучних вантажів займають перше місце серед вантажних автомобільних перевезень.

Можна виділити дві основні технології, що використовуються при перевезенні штучних і тарно-штучних вантажів: помашинні відправки, дрібнопартійні перевезення.

При помашинних відправках використовується універсальний рухомий склад. Залежно від вимог до захисту вантажу від зовнішніх дій можуть використовуватися бортові автотранспортні засоби, що мають бортову платформу з відкидними бортами, відкриту платформу без бортів, платформу з тентом, універсальні і спеціалізовані фургони і контейнери.

Тарно-штучний вантаж розміщують на підлогу платформи, так, щоб забезпечити максимальне використання вантажопідйомності, площі кузова, зручність виконання вантажних операцій (навантаження, розвантаження, строповка і т. д.), надійність кріплення вантажних одиниць (рис. 6.1).

При дрібнопартійних перевезеннях, як правило, обслуговуються клієнти, що не мають механізованих пунктів здійснення вантажних операцій. В цьому випадку найдоцільніше використати рухомий склад, обладнаний навантажувально-розвантажувальними пристосуваннями.



а – вид зверху, б – вид збоку, в – вид ззаду

Рисунок 6.1 – Схема розміщення тарно-штучного вантажу на платформі автомобіля

Маючи в наявності вантаж з конкретними транспортними характеристиками, виникає завдання вибору найбільш ефективного рухомого складу для його перевезення. Вибір здійснюється на основі існуючого типорозмірного і модельного ряду, який є в автогосподарстві.

Цільова функція найбільш раціонального вибору рухомого складу з існуючих варіантів для вантажу із заданими параметрами, має вигляд:

$$F = f(\gamma; \phi) \rightarrow \max \rightarrow 1,0, \quad (6.1)$$

де  $\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопід'ємності;  $\phi$  - коефіцієнт використання площі кузова.

Зразкова кількість одиниць вантажу (вантажних місць) визначається по формулі:

$$n = \frac{q_n}{m_g}, \quad (6.2)$$

де  $q_n$  - номінальна вантажопід'ємність автомобіля, т.;  $m_g$  - маса одиниці вантажу, т.

При обчисленні кількості одиниць вантажу  $n$ , його значення необхідно округлити до цілого в меншу сторону і дотримуватися умови, при якій

фактична маса вантажу в кузові не повинна перевищувати номінальну вантажопід'ємність, тобто:

$$n' \cdot m_{zp} \leq q_n, \quad (6.3)$$

де  $n'$  - округлена в меншу сторону кількість одиниць штучного вантажу.

При перевезенні вантажів використовують поняття нетто та брутто.

Нетто - маса вантажу без урахування упаковки, тари.

Брутто - маса вантажу з урахуванням упаковки, тари.

Фактична маса нетто штучного вантажу без тари і усіх елементів кріплення в кузові автомобіля визначається за виразом:

$$Q_{\text{нетто}} = n' \cdot m_g. \quad (6.4)$$

Фактична маса брутто штучного вантажу з елементами кріплення в кузові автомобіля визначається за виразом:

$$Q_{\text{брутто.кр}} = n' \cdot (m_g + m_{кр}), \quad (6.5)$$

де  $m_{кр}$  - маса елементів кріплення вантажу (упори, підставки, ложементи та ін.), т., приймається у розмірі 4% від маси вантажу.

Фактична маса брутто штучних тарних вантажів в кузові автомобіля визначається за виразом:

$$Q_{\text{брутто.м}} = n' \cdot (m_g + m_m), \quad (6.6)$$

де  $m_m$  - маса тари для однієї одиниці вантажу, (піддони, контейнери, ящики та ін.) т., приймається у розмірі 5% від маси вантажу.

Якщо в кузові розміщений тарний вантаж з елементами кріплення, то його фактична маса брутто визначається за виразом:

$$Q_{\text{брутто.кр.м}} = n' \cdot (m_g + m_m + m_{кр}). \quad (6.7)$$

Наступним етапом розрахунку є визначення площ.

Корисна площа кузова автомобіля визначається за виразом:

$$S_k = a_k \cdot b_k, \quad (6.8)$$

де  $a_k, b_k$  - відповідно внутрішня довжина і ширина кузова, м.

Площа одиниці вантажу визначається за формулою:

$$S_g = a_g \cdot b_g, \quad (6.9)$$

де  $a_g, b_g$  - відповідно довжина і ширина вантажу, м.

Знаючи площу кузова і вантажу, можна визначити зразкову кількість одиниць вантажу (вантажомісць), тобто місткість кузова :

$$n'' = \frac{S_k}{S_g}. \quad (6.10)$$

Якщо  $n' \approx n''$ , то місткість кузова по масі і по площі співпадають, це найкращий варіант вибору бортового автомобіля. Але вірогідність такого збігу мала.

Якщо  $n' < n''$ , то місткість кузова по масі використовується повністю, а по площі не повністю. В цьому випадку розрахункова кількість одиниць вантажу приймається  $n_p \approx n'$ .

Якщо  $n' > n''$ , то площі кузова бракує для розміщення вантажу в один ряд (ярус). В цьому випадку розрахункова кількість одиниць вантажу приймається  $n_p \approx n'$  при розміщенні вантажу в два яруси, або необхідно зменшувати розрахункову кількість вантажу, т. е.  $n_p < n'$ .

У результаті фактична площа, зайнята вантажем визначається за формулою:

$$S_\phi = n_p \cdot S_g, \quad (6.11)$$

де  $n_p$  - розрахункова кількість одиниць вантажу.

Наступним етапом практичного зайняття є розрахунок показників, по яких здійснюється вибір автомобіля (коефіцієнти використання вантажопідйомності  $\gamma$  і площі кузова  $\phi$ ).

Міра використання вантажопідйомності автомобіля характеризується коефіцієнтом використання вантажопідйомності, який в загальному вигляді визначається за виразом:

$$\gamma = \frac{Q_\phi}{q_n}, \quad (6.12)$$

де  $Q_\phi$  - фактична маса вантажу, т.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності нетто (без урахування маси тари і елементів кріплення) визначається по формулі:

$$\gamma_{\text{нетто}} = \frac{Q_{\text{нетто}}}{q_n}. \quad (6.13)$$

Коефіцієнт використання вантажопідйомності брутто (з урахуванням маси тари і елементів кріплення) визначається по формулі:

$$\gamma_{\text{брутто}} = \frac{Q_{\text{брутто}}}{q_n}. \quad (6.14)$$

Коефіцієнт використання площі кузова визначається за виразом:

$$\phi = \frac{S_k}{S_\phi}. \quad (6.15)$$

Вибір автомобіля для перевезення штучного або тарно-штучного вантажу здійснюється по вказаних коефіцієнтах з урахуванням обов'язкового дотримання умов виразу (6.1).

### Основні завдання

1. Сформувати вихідну базу даних за своїм варіантом, використовуючи таблицю Ж.1.

2. За виразом (6.2) розрахувати кількість одиниць вантажу (вантажних місць) та побудувати графік їх залежності від номінальної вантажопід'ємності автомобіля.

3. Отримані значення кількості вантажомісць округлити до цілого в сторону зменшення та забезпечити дотримання умови (6.3).

4. Фактичну масу нетто штучного вантажу без тари і усіх елементів кріплення в кузові автомобіля визначити за виразом (6.4).

5. За формулою (6.5) розрахувати фактичну масу брутто штучного вантажу з елементами кріплення в кузові автомобіля, попередньо визначивши масу елементів кріплення.

6. За формулою (6.6) розрахувати фактичну масу брутто штучних тарних вантажів в кузові автомобіля, попередньо визначивши масу тари для одної одиниці вантажу.

7. За виразом (6.7) визначити фактичну масу брутто тарного вантажу з елементами кріплення та побудувати графік її залежності від кількості одиниць штучного вантажу та номінальної вантажопід'ємності автомобіля.

8. Корисну площу кузова автомобіля та площу одиниці вантажу визначити за формулами (6.8), (6.9).

9. Використавши вираз (6.10) визначити зразкову кількість вантажомісць та відповідно до неї прийняти значення розрахункової кількості одиниць вантажу.

10. Фактичну площу, що зайнята вантажем розрахувати за формулою (6.11).

11. Коефіцієнти використання вантажопідйомності нетто (без урахування маси тари і елементів кріплення) та брутто (з урахуванням маси тари і елементів кріплення) визначити за виразами (6.13), (6.14).

12. Розрахувати коефіцієнт використання площі кузова автомобіля за формулою (6.15) та побудувати графік його залежності від корисної та фактично зайнятої вантажем площі кузова автомобіля.

13. Зробити висновки за результатами виконання завдань ПЗ № 6.

## Приклад виконання практичного заняття в системі Mathcad

### Практичне заняття № 6

Тема : Вибір автотранспортного засобу для перевезення шлучних та тарно-шлучних вантажів

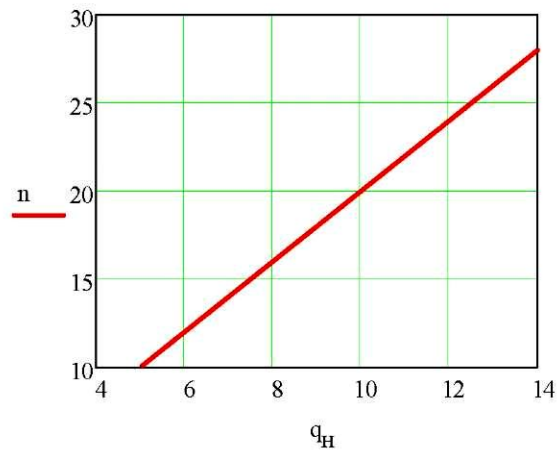
База даних:

$$\begin{array}{l}
 m_B := 0.5 \\
 a_B := 1.2 \\
 b_B := 1.1
 \end{array}
 \quad
 q_H := \begin{pmatrix} 14 \\ 9.4 \\ 5.05 \end{pmatrix}
 \quad
 a_K := \begin{pmatrix} 7.8 \\ 6.8 \\ 6.22 \end{pmatrix}
 \quad
 b_K := \begin{pmatrix} 2.42 \\ 2.55 \\ 2.48 \end{pmatrix}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \text{КамАЗ-65117} \\
 \text{Ford Cargo 3844D6} \\
 \text{МАЗ-4370}
 \end{array}$$

Приблизна кількість вантажомісць

$$n := \frac{q_H}{m_B}$$

$$n = \begin{pmatrix} 28 \\ 18.8 \\ 10.1 \end{pmatrix}$$



Отримані значення округляємо до цілого в сторону зменшення та перевіряємо на дотримання умови, при якій фактична маса вантажу в кузові автомобіля не повинна перевищувати номінальну вантажопід'ємність

$$n' := \begin{pmatrix} 28 \\ 18 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$$n' \cdot m_B \leq q_H$$

Умова дотримується

$$n' \cdot m_B = \begin{pmatrix} 14 \\ 9 \\ 5 \end{pmatrix} \text{ т}$$

Фактична маса нетто шлучного вантажу без тари та всіх елементів кріплення в кузові автомобіля

$$Q_{\text{нетто}} := n' \cdot m_B \quad Q_{\text{нетто}} = \begin{pmatrix} 14 \\ 9 \\ 5 \end{pmatrix} \text{ т}$$

### Маса елементів кріплення вантажу

$$m_{кр} := 0.4 \cdot m_B \quad m_{кр} = 0.2 \text{ т}$$

### Фактична маса бруutto шгучного вантажу з елементами кріплення в кузові автомобіля

$$Q_{брутто.кр} := n' \cdot (m_B + m_{кр})$$

$$Q_{брутто.кр} = \begin{pmatrix} 19.6 \\ 12.6 \\ 7 \end{pmatrix} \text{ т}$$

### Маса тари для одної одиниці вантажу

$$m_T := 0.5 \cdot m_B$$

$$m_T = 0.25 \text{ т}$$

### Фактична маса бруutto шгучного тарного вантажу в кузові автомобіля

$$Q_{брутто.т} := n' \cdot (m_B + m_T)$$

$$Q_{брутто.т} = \begin{pmatrix} 21 \\ 13.5 \\ 7.5 \end{pmatrix} \text{ т}$$

### Фактична маса бруutto шгучного тарного вантажу з елементами кріплення в кузові автомобіля

$$Q_{брутто.кр.т} := n' \cdot (m_B + m_{кр} + m_T)$$

$$Q_{брутто.кр.т} = \begin{pmatrix} 26.6 \\ 17.1 \\ 9.5 \end{pmatrix} \text{ т}$$

### Корисна площа кузова автомобіля

$$S_K := \overrightarrow{a_K \cdot b_K}$$

$$S_K = \begin{pmatrix} 18.876 \\ 17.34 \\ 15.426 \end{pmatrix} \text{ м}^2$$

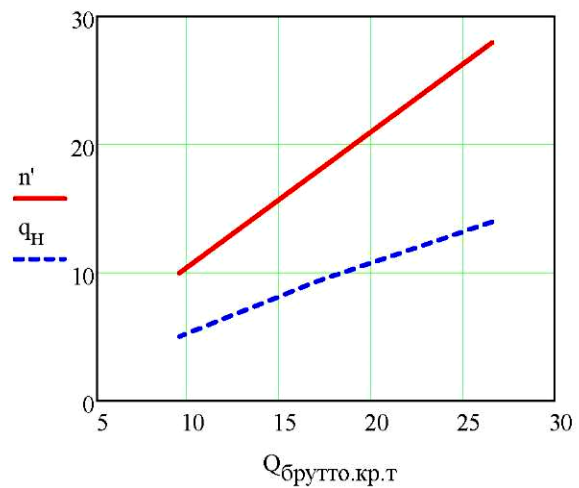
### Площа одициці вантажу

$$S_B := a_B \cdot b_B$$

$$S_B = 1.32 \text{ м}^2$$

### Місткість кузова

$$n'' := \frac{S_K}{S_B} \quad n'' = \begin{pmatrix} 14.3 \\ 13.136 \\ 11.686 \end{pmatrix}$$



З розрахунків бачимо, що для перших двох типів рухомого складу місткості кузова не вистачає для розміщення вантажу в один ряд  $n' > n''$ , а для останнього місткість кузова по масі використовується повністю, а по площі - не повністю  $n' < n''$ , тому приймаємо в цих випадках розрахункову кількість одиниць вантажу наступну

$$n_p := n'$$

Фактична площа, що зайнята вантажем

$$S_{\phi} := n_p \cdot S_B \quad S_{\phi} = \begin{pmatrix} 36.96 \\ 23.76 \\ 13.2 \end{pmatrix} \text{ м}^2$$

Коефіцієнт використання вантажопід'ємності нетто (без врахування маси тари та елементів кріплення)

$$\gamma_{\text{нетто}} := \frac{Q_{\text{нетто}}}{q_H} \quad \gamma_{\text{нетто}} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0.957 \\ 0.99 \end{pmatrix}$$

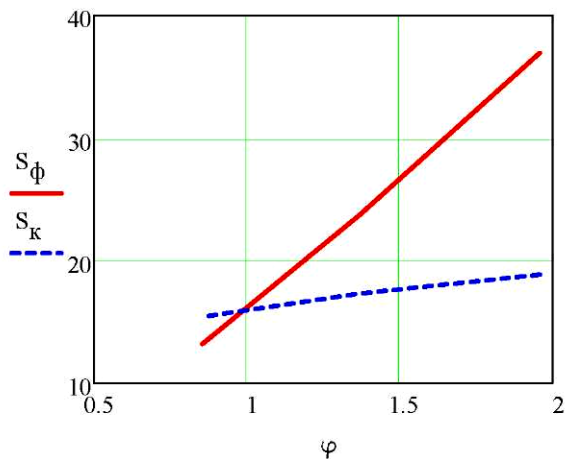
Коефіцієнт використання вантажопід'ємності бруто (з урахуванням маси тари та елементів кріплення)

$$\gamma_{\text{брутто}} := \frac{Q_{\text{брутто.кр.т}}}{q_H} \quad \gamma_{\text{брутто}} = \begin{pmatrix} 1.9 \\ 1.819 \\ 1.881 \end{pmatrix}$$

Коефіцієнт використання площі кузова автомобіля

$$\varphi := \frac{S_{\phi}}{S_K}$$

$$\varphi = \begin{pmatrix} 1.958 \\ 1.37 \\ 0.856 \end{pmatrix}$$



**Висновок:** Проаналізувавши отримані дані коефіцієнтів використання вантажопід'ємності та площі кузовів рухомого складу, бачимо, що:

- коефіцієнти використання вантажопід'ємності нетто (без врахування маси тари та елементів кріплення) для всіх типів рухомого складу задовольняють умові (6.1);
- коефіцієнти використання вантажопід'ємності бруто (з урахуванням маси тари та елементів кріплення) не задовольняють умові (6.1), та свідчать про суттєве перевантаження рухомого складу;
- коефіцієнти використання площі кузова автомобіля для двох перших типів рухомого складу не задовольняють умові (6.1).

Тому враховуючи попередні висновки вибираємо раціональний тип рухомого складу для перевезення, а саме автомобіль марки МАЗ-4370.

## Контрольні питання

1. Назвіть основні технології, що використовуються при перевезенні штучних і тарно-штучних вантажів та коротко охарактеризуйте їх.
2. Як розміщують тарно-штучний вантаж в кузові автомобіля ?
3. Якими параметрами визначається кількість одиниць вантажу в кузові автомобіля ?
4. Які максимальні значення повинні мати коефіцієнти використання вантажопідйомності і площі кузова автомобіля ?
5. Дайте поняття коефіцієнтів використання вантажопідйомності та площі кузова автомобіля. Що вони характеризують ?
6. Чим відрізняються між собою коефіцієнти використання вантажопідйомності нетто і брутто ?

**Рекомендована література: [ 1, 2, 5, 14, 17, 24-26 ]**

### 3.7. Практичне заняття № 7

**Тема:** Визначення меж області економічної стійкості транспортної системи

**Мета роботи:** визначити межі сфери економічної стійкості транспортної системи і сигнальної сфери стійкості.

#### Короткі теоретичні відомості

Транспортну систему можна уявити як сукупність автотранспортних підприємств із відповідним рівнем початкових і поточних витрат на їхню роботу.

Значення валового випуску продукції транспортної системи обмежує сферу економічної її стійкості зліва і справа (верхня і нижня межі).

Сфера економічної стійкості транспортної системи визначається умовою:

$$D > C, \quad (7.1)$$

де  $D$  - прибутки від реалізації продукції системи (перевезення вантажів);

$C$  - витрати на утримання і функціонування системи (витрати на експлуатацію РС, заробітна плата водіїв та ін.).

Виходячи з (7.1) межі сфери економічної стійкості транспортної системи визначаються рівністю (7.2):

$$D = C. \quad (7.2)$$

Прибутки транспортної системи з урахуванням обмеженого попиту на транспортну продукцію дорівнюють:

$$D = \begin{cases} C \cdot X, & \text{при } C \cdot X \leq D_{\max}; \\ D_{\max}, & \text{при } C \cdot X > D_{\max}, \end{cases} \quad (7.3)$$

де  $X$  - валовий випуск продукції транспортної системи, ткм;

$C$  - ціна одиниці продукції, грн./ткм.

Витрати системи з урахуванням початкових витрат  $Z_0$  дорівнюють:

$$C = Z_0 + S \cdot X, \quad (7.4)$$

де  $S$  - собівартість продукції, грн./ткм.

Підставляючи в рівність (7.2) першу умову системи (7.3) та рівність (7.4), отримаємо:

$$C \cdot X_{\min} = Z_0 + S \cdot X_{\min}. \quad (7.5)$$

Звідки можна знайти нижню межу економічної стійкості транспортної системи:

$$X_{\min} = \frac{Z_0}{C - S}. \quad (7.6)$$

Верхню межу сфери економічної стійкості можна визначити, використавши другу умову системи (7.3) та рівності (7.2) і (7.4):

$$D_{\max} = Z_0 + S \cdot X. \quad (7.7)$$

Звідки маємо:

$$X_{\max} = \frac{D_{\max} - Z_0}{S}. \quad (7.8)$$

Обсяг валового випуску, при оптимальному рівні стійкості  $X_{opt}$ , визначається збігом обсягу виробництва і попиту на продукцію транспортної системи:

$$C \cdot X_{opt} = D_{\max}. \quad (7.9)$$

Після перетворення маємо:

$$X_{opt} = D_{\max} / C. \quad (7.10)$$

Відповідно оптимальне значення економічного показника стійкості системи  $U_{opt}$  буде дорівнювати:

$$U_{opt} = D(X_{opt}) - R(X_{opt}) = (C - S)X_{opt} - Z_0, \quad (7.11)$$

де  $R(X_{opt})$  - витрати, що відповідають оптимальному рівню стійкості транспортної системи;

$D(X_{opt})$  - прибутки транспортної системи при оптимальному рівні стійкості.

Граничні значення сигнальної сфери значення валового випуску транспортної продукції визначаються за залежністю:

$$U_s = U_{opt} \cdot \left(1 - \frac{\Delta}{100}\right), \quad (7.12).$$

де  $\Delta$  - розмір сигнальної сфери.

Відповідно до сигнальної сфери значення валового випуску визначається за рівністю:

$$D - R = U_s. \quad (7.13)$$

Підстановка в (7.13) першої умови системи (7.3) дає вираз для нижньої межі сигнальної сфери  $X_{min}$ :

$$(C - S) \cdot X - Z_0 = U_s. \quad (7.14)$$

Підстановка в (7.13) другої умови системи (7.3) дає вираз (7.15) для верхньої межі сигнальної сфери  $X_{smax}$ :

$$D_{max} - S \cdot X - Z_0 = U_s. \quad (7.15)$$

Після перетворень (7.14) і (7.15) можна одержати вирази, що визначають граничні значення валового випуску транспортної продукції:

$$X_{smin} = \frac{U_s + Z_0}{C - S}; \quad (7.16)$$

$$X_{smax} = \frac{D_{max} - Z_0 - U_s}{S}. \quad (7.17)$$

### Основні завдання

1. Сформувати базу даних за своїм варіантом, використовуючи таблиці 7.1 та 7.2.

2. Побудувати графічні залежності сфери економічної стійкості транспортної системи та витрат на її утримання і функціонування від валового випуску продукції  $D(X)$ ,  $C(X)$  та знайти графічно за допомогою команди "трассировка" відповідні значення нижньої і верхньої межі економічної стійкості системи та оптимальне значення.

3. Перевірити отримані графічно значення верхньої та нижньої межі економічної стійкості транспортної системи та її прибутки з урахуванням обмеженого попиту на транспортну продукцію за виразами (7.6) та (7.8).

4. За виразом (7.11) перевірити оптимальне значення економічного показника стійкості транспортної системи отриманого графічно.

5. Визначити граничні значення сигнальної сфери за виразом (7.12).

6. Розрахувати граничні значення валового випуску транспортної продукції за формулами (7.16), (7.17).

7. За результатами розрахунків зробити висновки по ПЗ № 7.

## Приклад виконання практичного заняття в системі Mathcad

### Практичне заняття № 7

Тема : Визначення меж областей економічної стійкості транспортної системи

База даних:

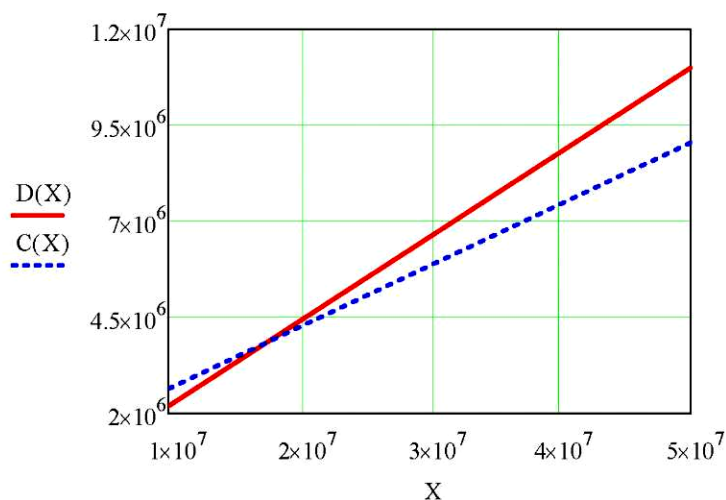
$$z_0 := 1.05 \cdot 10^6 \quad \Pi := 0.22 \quad S := 0.16 \quad D_{\max} := 11.2 \cdot 10^6 \quad \Delta := 27$$

Нижня межа економічної стійкості транспортної системи

$$X := 1.0 \times 10^7, 1.5 \times 10^7 \dots 5.0 \times 10^7$$

$$D(X) := \Pi \cdot X$$

$$C(X) := z_0 + S \cdot X$$



За допомогою команди трасировка визначаємо значення нижньої межі економічної стійкості транспортної системи за точкою перетину графіків  $X_{\min} = 1.73 \cdot 10^7$ .  
Визначаємо це значення за формулою

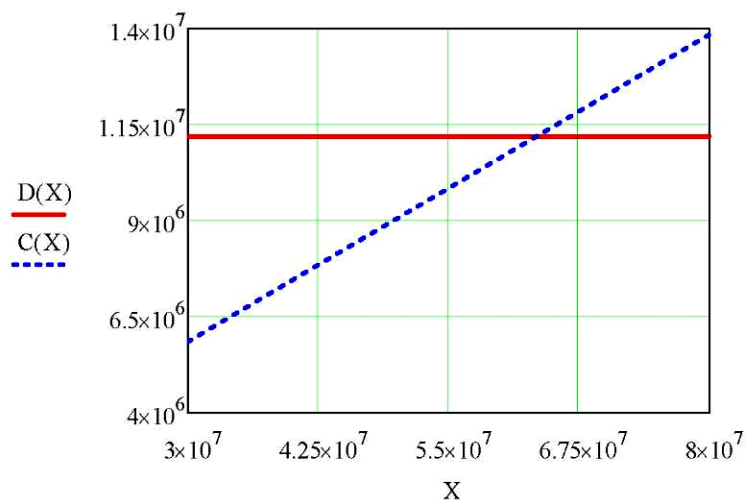
$$X_{\min} := \frac{z_0}{\Pi - S} \quad X_{\min} = 1.75 \times 10^7$$

Верхня межа економічної стійкості транспортної системи

$$X := 3.0 \times 10^7, 3.5 \times 10^7 \dots 8.0 \times 10^7$$

$$D(X) := D_{\max}$$

$$C(X) := z_0 + S \cdot X$$



За допомогою команди трасировка визначаємо значення верхньої межі економічної стійкості транспортної системи за точкою перетину графіків  $X_{\max} = 6.314 \cdot 10^7$

Визначаємо це значення за формулою

$$X_{\max} := \frac{D_{\max} - 3_0}{S}$$

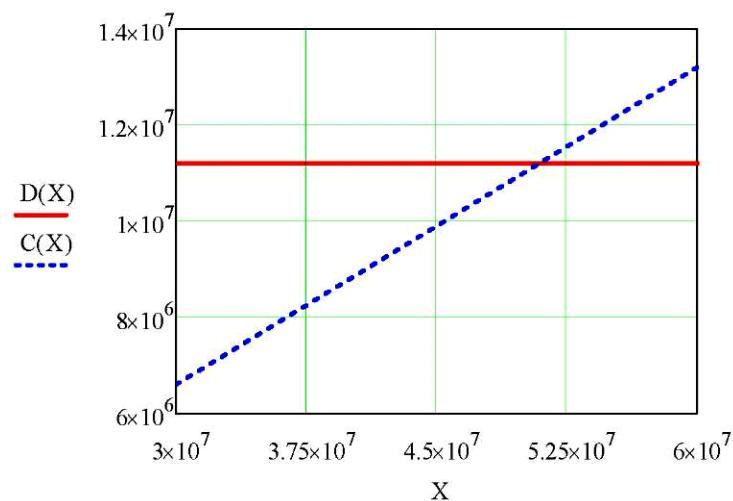
$$X_{\max} = 6.344 \times 10^7$$

Оптимальний рівень економічної стійкості транспортної системи

$$X := 3.0 \times 10^7, 3.5 \times 10^7 \dots 6.0 \times 10^7$$

$$D(X) := D_{\max}$$

$$C(X) := \Pi \cdot X$$



За допомогою команди трасировка визначаємо оптимальне значення рівня економічної стійкості транспортної системи за точкою перетину графіків

$$X_{\text{opt}} = 5.11 \cdot 10^7$$

Визначаємо це значення за формулою

$$X_{\text{opt}} := \frac{D_{\max}}{\Pi}$$

$$X_{\text{opt}} = 5.091 \times 10^7$$

Аналогічно, графічним способом можна визначити оптимальні значення економічного показника стійкості транспортної системи, граничні значення сигнальної сфери валового продукту транспортної продукції, граничні значення валового випуску транспортної продукції та оцінити їх за формулами.

Оптимальне значення економічного показника стійкості транспортної системи

$$U_{\text{opt}} := (\Pi - S) \cdot X_{\text{opt}} - 3_0$$

$$U_{\text{opt}} = 2.005 \times 10^6$$

Граничні значення сигнальної сфери валового випуску транспортної продукції

$$U_S := U_{\text{opt}} \cdot \left(1 - \frac{\Delta}{100}\right)$$

$$U_S = 1.463 \times 10^6$$

Граничні значення валового випуску транспортної продукції

$$X_{S\text{min}} := \frac{U_S + 3_0}{11 - S}$$

$$X_{S\text{min}} = 4.189 \times 10^7$$

$$X_{S\text{max}} := \frac{D_{\text{max}} - U_S}{S}$$

$$X_{S\text{max}} = 6.085 \times 10^7$$

**Висновок:** Діапазон економічної стійкості транспортної системи ( $1.75 \times 10^7, 6.344 \times 10^7$ ), її оптимальне значення складає  $5.091 \times 10^7$ , граничні значення валового випуску транспортної продукції ( $4.189 \times 10^7, 6.085 \times 10^7$ ).

### Контрольні питання

1. Що ви розумієте під транспортною системою ?
2. Якою умовою визначається сфера економічної стійкості транспортної системи?
3. Які існують межі економічної стійкості транспортної системи і як вони оцінюються?
4. Як розраховують витрати транспортної системи?
5. Чому дорівнюють верхня і нижня межі економічної стійкості транспортної системи?
6. Що таке сигнальна сфера значення валового випуску транспортної продукції і як розраховуються її граничні значення?
7. Чому дорівнюють нижні і верхні граничні значення валового випуску транспортної продукції?
8. Як розрахувати прибутки транспортної системи?

**Рекомендована література: [ 9-12, 16, 20, 21 ]**

## 4. ІНФОРМАТИВНІ ДОДАТКИ ВАРІАНТІВ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Додаток А

Таблиця А.1 – Координата X пунктів транспортної мережі

№ вар.	Номер пункту																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1,5	1,2	4,0	8,8	8,4	7,1	5,7	2,3	0,5	4,1	6,5	1,8	4,5	4,3	8,4	3,1	6,0	8,1	1,9	7,4	1,6
2	1,1	1,0	5,1	8,3	9,4	7,8	7,4	3,9	1,3	2,1	8,6	5,8	8,0	4,0	3,3	5,1	7,7	8,1	1,8	5,2	1,4
3	1,2	1,9	4,0	8,9	8,4	8,5	6,2	3,9	0,4	3,3	1,4	4,2	8,9	7,6	6,0	4,0	7,3	6,6	6,2	8,5	1,3
4	0,5	1,0	5,8	8,0	8,1	8,1	6,0	2,6	1,5	2,1	4,3	2,7	1,4	5,5	2,8	2,4	2,3	3,5	3,1	6,4	2,8
5	0,3	1,4	5,0	7,9	8,7	7,5	7,0	3,5	1,0	5,0	8,1	6,4	8,7	7,0	2,0	3,3	8,9	4,9	3,0	6,3	1,5
6	0,5	2,2	5,5	7,5	8,3	7,9	6,4	2,6	0,7	2,5	4,6	1,6	5,3	8,7	3,2	8,8	2,5	2,3	3,0	1,3	2,6
7	0,6	1,1	4,0	7,5	8,4	8,3	5,8	3,7	0,5	3,1	7,5	6,4	1,0	4,4	1,7	5,1	8,3	3,0	4,7	2,9	7,1
8	0,6	1,5	4,4	9,0	9,7	7,8	7,2	3,8	1,7	3,9	8,7	1,2	5,6	8,5	4,8	5,2	3,5	1,8	1,7	2,1	1,8
9	0,6	1,7	4,1	7,4	8,4	8,1	6,6	3,8	0,2	3,9	1,6	8,0	4,9	6,5	4,0	6,5	4,5	4,7	1,3	3,8	4,8
10	0,2	1,3	4,5	7,5	9,0	7,2	7,1	4,0	1,0	3,4	7,2	4,1	4,1	8,7	6,2	4,7	6,6	5,7	7,4	8,9	2,6
11	0,2	1,5	4,3	7,8	9,1	8,7	6,1	2,1	1,2	2,4	8,5	1,0	2,3	8,2	5,6	6,0	5,9	6,9	2,4	6,8	2,4
12	1,8	1,2	5,9	8,3	8,8	8,4	7,0	2,5	0,3	3,2	8,9	4,9	5,2	2,4	4,6	8,4	2,9	7,2	1,7	5,8	3,0
13	0,5	1,9	5,0	7,8	8,4	7,4	6,2	2,7	1,7	4,2	4,1	5,0	8,7	2,6	2,8	5,0	4,6	3,0	4,0	4,8	1,1
14	0,3	2,3	4,1	8,1	9,5	7,3	5,7	2,4	1,4	4,0	1,5	1,7	7,7	1,4	6,8	1,3	8,6	7,4	4,3	5,1	1,7
15	0,4	2,4	5,1	7,2	8,3	8,4	6,6	4,0	0,3	4,3	6,3	6,4	5,1	3,6	4,4	3,1	4,9	5,4	8,8	8,8	2,5
16	1,4	1,2	4,4	8,9	9,3	7,4	6,3	2,7	0,3	2,7	3,4	5,2	2,2	2,4	3,5	2,8	3,5	5,3	8,5	4,8	3,2
17	1,6	2,4	5,1	8,7	8,2	7,8	7,5	3,4	0,9	4,2	3,6	8,2	7,6	4,8	5,7	4,3	8,0	8,4	4,4	5,6	3,7
18	1,3	1,7	5,1	9,0	8,6	8,7	6,1	2,8	0,4	4,1	7,8	2,9	7,7	8,4	8,0	2,9	3,5	8,1	6,2	6,5	3,6
19	1,2	1,2	4,5	8,3	8,1	7,5	5,7	2,7	0,1	3,7	5,5	5,4	4,9	2,1	7,9	9,0	2,8	5,0	7,6	7,7	7,6
20	1,4	1,2	5,7	8,4	8,0	7,3	6,1	3,4	1,4	3,7	1,2	5,8	3,9	5,7	1,7	4,0	7,1	5,7	3,2	7,9	5,1
21	0,7	1,4	5,2	8,4	9,9	7,6	5,8	2,9	0,4	3,3	3,9	1,5	7,1	5,7	8,5	1,4	6,8	5,7	3,5	7,3	6,1
22	1,8	2,1	4,6	8,9	8,7	7,4	6,4	3,1	1,8	4,6	8,3	6,4	2,4	3,4	5,3	1,9	6,8	6,0	1,2	3,7	1,3
23	0,9	2,3	6,0	7,1	8,3	7,9	7,3	3,0	1,4	3,8	1,5	6,8	1,5	8,1	8,9	3,7	7,0	3,4	1,6	6,3	9,0
24	0,3	1,1	4,3	8,4	9,8	8,6	5,6	3,2	1,2	4,5	8,8	8,4	7,4	4,4	8,4	4,9	4,0	1,8	1,5	5,1	7,4
25	1,1	2,4	5,8	7,2	8,1	7,4	6,5	3,2	0,8	2,3	3,2	7,2	2,0	2,4	1,9	5,3	6,6	8,4	5,7	6,7	2,3
26	1,6	1,2	4,2	8,0	9,9	8,1	6,4	3,8	0,5	4,0	8,3	3,5	5,1	1,2	7,2	4,0	3,7	8,7	6,2	1,3	6,2
27	1,3	1,1	5,5	8,0	8,7	8,5	5,9	3,3	1,9	2,6	4,4	2,9	4,5	8,8	4,3	7,9	1,1	2,7	6,4	6,4	3,3
28	0,9	1,0	5,3	8,7	9,0	7,2	6,3	3,5	1,1	4,0	3,9	8,5	6,2	6,4	1,7	1,9	7,6	2,2	6,1	7,5	3,3
29	1,6	1,2	4,8	8,9	9,7	7,1	6,9	3,0	1,2	3,9	8,8	8,9	1,2	3,6	7,3	1,9	3,4	7,9	2,7	3,3	4,3
30	1,6	1,3	5,3	8,7	9,6	7,9	6,1	2,0	1,8	3,6	5,1	6,3	7,8	4,3	5,4	6,2	5,4	5,8	5,9	2,9	5,2

Таблиця А.2 – Координата Y пунктів транспортної мережі

№ вар.	Номер пункту																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	9,6	1,2	0,3	2,8	4,6	8,1	9,7	7,9	5,9	4,6	1,5	6,5	4,1	4,7	4,1	6,5	6,7	1,4	5,9	1,9	3,9
2	9,2	0,5	0,4	3,3	5,7	8,2	9,3	8,5	5,9	5,0	7,0	7,9	7,9	1,5	5,9	8,4	4,1	3,4	7,1	1,4	8,7
3	9,9	1,9	0,9	2,1	4,3	9,0	9,0	8,3	5,5	3,4	7,1	4,7	5,8	5,6	8,1	7,4	4,5	1,7	7,6	8,1	4,9
4	9,2	0,9	1,7	1,6	5,9	8,9	9,8	9,9	4,9	3,4	2,7	8,5	5,0	6,5	7,7	7,9	8,4	8,9	5,6	4,0	6,0
5	9,1	0,3	1,2	1,5	5,1	8,4	9,5	8,7	5,7	4,8	1,6	7,3	4,2	4,2	2,9	6,4	6,5	6,8	6,0	5,6	5,0
6	9,6	2,4	0,6	2,3	4,0	8,8	8,7	7,1	4,8	4,1	2,9	6,7	4,9	3,2	7,9	1,1	2,2	6,4	6,3	4,2	2,7
7	9,6	0,7	0,4	2,5	4,2	9,3	8,2	7,5	4,4	3,7	4,0	4,3	2,9	7,7	5,6	8,6	7,3	7,0	1,5	4,1	1,7
8	9,0	1,4	1,8	2,9	5,7	7,7	8,9	8,4	5,0	3,3	5,2	3,8	8,3	3,8	3,2	5,5	7,7	3,1	6,9	7,5	8,4
9	9,7	1,8	1,7	2,0	4,2	9,4	8,4	9,7	5,3	4,9	4,0	2,5	2,5	5,4	8,0	5,5	2,3	7,5	7,0	2,5	1,2
10	8,6	2,2	1,8	3,3	4,4	8,6	9,9	9,6	5,2	4,7	8,7	4,1	2,1	5,7	4,1	2,5	7,8	2,1	5,7	3,6	3,8
11	8,5	1,9	0,5	1,8	4,7	8,0	9,0	8,8	6,0	4,9	4,2	3,6	4,9	4,2	2,0	1,9	6,9	5,2	3,8	1,6	7,3
12	8,7	0,8	0,9	2,7	4,1	8,9	8,4	9,2	5,7	3,7	3,6	6,7	3,5	3,7	2,8	8,7	8,5	5,8	8,8	7,9	7,8
13	9,1	0,5	0,4	2,4	5,8	9,6	8,7	6,9	6,0	3,4	3,5	6,9	4,8	8,4	6,6	8,6	3,1	4,6	2,0	1,2	8,9
14	8,7	1,7	0,6	3,2	4,1	8,8	8,2	9,4	4,5	4,0	1,8	2,8	3,5	8,1	4,7	7,8	8,6	5,1	6,2	8,3	6,6
15	9,1	1,6	1,5	2,8	4,2	8,0	8,5	7,1	5,8	2,5	2,8	8,9	1,6	7,9	4,1	4,1	5,1	7,3	4,6	3,5	5,6
16	9,4	1,3	1,2	2,6	5,3	9,3	9,8	6,6	5,8	3,7	7,3	8,6	6,9	7,7	7,8	3,7	4,2	6,7	4,8	1,1	1,9
17	8,6	2,4	0,8	1,8	5,1	8,0	8,6	9,6	4,8	3,5	5,0	5,6	7,0	4,7	8,9	7,5	4,4	8,4	8,7	2,4	7,6
18	8,6	0,2	1,2	3,3	4,0	8,3	8,3	6,8	5,9	3,2	4,6	6,7	6,7	5,1	5,9	5,8	7,8	8,1	6,6	3,0	7,4
19	9,6	1,5	0,5	2,3	5,9	7,6	8,9	7,0	5,3	4,2	8,6	3,0	1,9	6,9	2,7	2,5	3,0	3,6	3,9	7,0	8,5
20	8,9	0,5	1,9	2,5	5,3	9,1	8,4	7,3	4,8	4,9	6,5	2,3	4,0	8,0	4,7	4,9	3,8	5,1	4,5	7,2	4,9
21	8,9	2,2	1,6	1,9	5,9	9,3	9,4	9,1	4,1	4,2	8,8	7,8	1,5	3,8	7,5	8,0	5,9	2,3	2,8	4,9	8,5
22	9,1	1,7	0,7	2,1	4,7	9,8	9,2	8,7	5,9	4,5	9,0	8,9	7,4	6,4	5,1	7,8	2,8	6,0	4,1	8,9	6,2
23	9,6	1,6	1,7	1,7	4,3	9,4	8,7	7,1	5,0	3,7	4,9	5,6	5,7	1,8	4,1	2,5	6,7	2,0	2,2	1,5	6,7
24	8,7	0,6	1,6	2,4	4,7	8,4	8,0	9,3	4,4	2,2	5,5	4,5	1,8	4,9	8,9	5,9	3,7	8,3	7,1	6,5	4,5
25	9,2	1,6	1,7	3,2	5,6	9,5	9,7	7,5	4,9	2,3	3,5	1,5	2,1	1,3	1,9	4,6	5,5	7,1	5,0	2,3	6,0
26	9,6	2,1	1,9	3,1	4,9	8,2	8,4	9,6	5,1	2,8	5,2	7,9	4,9	4,0	8,0	8,4	5,1	8,5	5,1	6,1	2,1
27	9,1	1,8	0,4	1,6	5,3	8,3	9,6	9,3	4,5	2,7	8,2	2,3	8,1	8,1	6,7	2,2	2,8	7,1	7,9	2,0	4,6
28	8,6	2,0	0,8	2,0	4,3	8,1	9,6	9,4	5,5	4,0	7,5	3,0	2,6	5,6	4,2	7,8	7,4	2,2	8,1	8,1	2,2
29	9,0	2,0	0,6	2,8	4,1	7,8	8,3	9,6	4,9	2,7	1,6	8,6	4,4	7,9	7,6	8,9	3,5	6,2	8,6	6,5	3,0
30	9,0	2,5	0,3	3,4	5,6	9,3	8,0	6,9	5,3	2,7	4,0	6,4	8,0	2,5	5,4	8,7	5,1	1,7	3,4	4,1	5,6

Таблиця А.3 – Обсяг завезення вантажів по пунктам транспортної мережі, т.

№ вар.	Номер пункту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,11	0,03	0,18	0,27	0,27	0,29	0,00	0,12	0,26	0,04
2	0,07	0,01	0,01	0,05	0,07	0,01	0,09	0,10	0,17	0,11
3	0,11	0,11	0,27	0,14	0,13	0,09	0,29	0,24	0,30	0,08
4	0,29	0,02	0,21	0,24	0,29	0,14	0,09	0,23	0,11	0,23
5	0,02	0,06	0,02	0,11	0,15	0,15	0,11	0,30	0,01	0,07
6	0,00	0,28	0,03	0,08	0,23	0,20	0,24	0,22	0,03	0,04
7	0,23	0,19	0,05	0,12	0,17	0,21	0,17	0,05	0,29	0,21
8	0,16	0,24	0,24	0,08	0,05	0,26	0,03	0,02	0,23	0,22
9	0,30	0,28	0,27	0,16	0,15	0,20	0,15	0,04	0,01	0,24
10	0,20	0,22	0,18	0,05	0,27	0,11	0,06	0,06	0,10	0,10
11	0,09	0,24	0,21	0,08	0,27	0,01	0,21	0,14	0,15	0,08
12	0,09	0,24	0,24	0,20	0,23	0,28	0,19	0,22	0,29	0,11
13	0,26	0,17	0,26	0,13	0,07	0,26	0,08	0,21	0,21	0,11
14	0,10	0,03	0,29	0,09	0,16	0,12	0,30	0,27	0,24	0,27
15	0,17	0,21	0,12	0,03	0,27	0,12	0,03	0,23	0,24	0,20
16	0,20	0,08	0,23	0,21	0,26	0,00	0,20	0,28	0,01	0,16
17	0,27	0,29	0,18	0,17	0,29	0,14	0,08	0,25	0,15	0,26
18	0,20	0,28	0,14	0,05	0,02	0,00	0,16	0,19	0,15	0,17
19	0,18	0,28	0,16	0,04	0,02	0,17	0,25	0,02	0,08	0,21
20	0,12	0,11	0,13	0,10	0,06	0,22	0,16	0,27	0,18	0,16
21	0,18	0,18	0,15	0,03	0,18	0,17	0,23	0,07	0,22	0,18
22	0,16	0,24	0,29	0,03	0,03	0,21	0,26	0,06	0,00	0,06
23	0,17	0,20	0,05	0,06	0,20	0,16	0,09	0,16	0,05	0,06
24	0,26	0,28	0,08	0,13	0,16	0,29	0,22	0,29	0,17	0,28
25	0,08	0,05	0,27	0,25	0,01	0,27	0,13	0,04	0,01	0,06
26	0,20	0,25	0,14	0,14	0,18	0,11	0,25	0,09	0,30	0,23
27	0,22	0,05	0,24	0,28	0,07	0,11	0,03	0,27	0,26	0,17
28	0,00	0,21	0,21	0,27	0,05	0,27	0,09	0,07	0,01	0,27
29	0,05	0,28	0,04	0,10	0,03	0,28	0,15	0,19	0,25	0,29
30	0,14	0,05	0,09	0,24	0,24	0,21	0,02	0,02	0,13	0,08

Таблиця Б.1 – База даних для розрахунку маятникового маршруту зі зворотнім порожнім пробігом

№ вар.	$q$ , Т	$l_n$ , КМ	$l_x$ , КМ	$\gamma_{cm}$	$t_n = t_p$ , ГОД	$V_{tx}$ , КМ/ГОД	$V_m$ , КМ/ГОД	$T_M$ , ГОД	$Q_{заг}$ , Т
1	4	15	2	0,8	0,5	25,5	20	8,5	320
2	5	16	5	0,9	0,6	30,2	25	9,0	410
3	6	17	7	1,0	0,7	35	30	9,5	105
4	7	18	9	0,6	0,8	40	35	10,0	200
5	8	19	10	0,3	0,9	45	40	10,5	450
6	9	20	3	0,4	1,0	50	45	11,0	560
7	10	21	4	0,4	0,1	45,2	40	11,5	700
8	11	22	5	0,5	0,2	26,7	21	12,0	150
9	12	23	6	0,6	0,3	23,5	20	2,0	320
10	13	24	11	0,7	0,4	21,2	19	2,5	230
11	14	25	12	0,8	0,5	20,4	17	3,0	470
12	15	26	13	0,9	0,6	33,1	29,2	4,5	250
13	16	27	14	1,0	0,7	20	16,2	5,0	525
14	17	28	1,5	0,9	0,8	25	20,3	6,5	630
15	18	29	2	0,8	0,9	30	25,3	7,0	117
16	19	30	3	0,7	1,0	35	30	8,0	619
17	3,5	31	4	0,6	0,9	40,2	36,1	7,5	512
18	5	32	5	0,5	0,8	45,1	40	2,5	360
19	14	33	6	0,4	0,7	32,1	29	6,0	270
20	17	34	10	0,4	0,6	44,6	40	7,0	170
21	12	35	17	0,5	0,5	19,2	15,4	5,0	210
22	9	36	13	0,6	0,4	24	19	3,0	315
23	7	37	11	0,9	0,3	26	22	4,5	470
24	4	38	9	0,7	0,2	29	24	3,5	560
25	3,5	39	7	0,5	0,1	31	26	2,0	630
26	6	40	6	0,5	0,9	20	17	6,0	120
27	11	41	5	0,4	0,7	30	24,6	9,0	220
28	8	42	10	0,6	0,5	40	34,5	8,0	345
29	10	43	12	0,7	0,4	25	20,1	7,0	430
30	20	44	13	1,0	0,3	27	22,3	12,0	570

Таблиця Б.2 – База даних для розрахунку маятникового маршруту зі зворотнім неповністю навантаженим пробігом

№ вар.	$q$ , Т	$l'_{пер}$ , КМ	$l''_{пер}$ , КМ	$\gamma_{см}$	$l_x$ , КМ	$t_n$ , ГОД	$t_p$ , ГОД	$V_r$ , КМ/ГОД	$T_M$ , ГОД	$Q_{заг}$ , Т
1	5	25	15	1,0	10	0,25	0,30	25	9,2	300
2	6	26	16	0,9	11	0,30	0,35	30	10,3	400
3	7	27	17	0,8	12	0,35	0,40	35	11,6	500
4	8	28	18	0,7	13	0,40	0,45	40	5,0	600
5	9	29	19	0,6	14	0,45	0,50	45	10,0	700
6	10	30	20	0,5	15	0,50	0,55	50	9,7	100
7	11	31	21	0,4	16	0,50	0,55	47	12,0	200
8	12	32	22	0,3	17	0,55	0,60	32	7,5	560
9	13	33	23	0,2	18	0,60	0,65	27	6,1	730
10	14	34	24	0,1	19	0,05	0,20	41	3,2	420
11	15	35	25	1,0	20	0,10	0,15	40	4,5	360
12	16	36	44	0,1	2	0,15	0,10	38	5,7	470
13	17	37	26	0,2	3	0,20	0,15	20	9,0	125
14	18	38	27	0,3	4	0,25	0,20	25	8,2	520
15	19	39	28	0,4	5	0,60	0,55	30	7,1	450
16	20	40	29	0,5	6	0,55	0,60	35	3,4	340
17	3,5	10	30	0,6	7	0,50	0,45	15	4,7	270
18	4	11	31	0,7	8	0,45	0,40	36	5,2	390
19	5	12	32	0,8	9	0,40	0,50	28	8,0	480
20	8	13	33	0,9	21	0,35	0,30	27	11,0	570
21	10	14	34	1,0	22	0,30	0,25	50	2,5	640
22	12	15	35	0,9	23	0,25	0,30	45	3,4	710
23	15	16	36	0,8	24	0,20	0,25	31	4,6	430
24	17	18	37	0,7	25	0,40	0,35	29	7,8	510
25	19	17	38	0,6	26	0,45	0,40	27	8,3	620
26	16	19	39	0,5	27	0,60	0,50	35	9,4	705
27	11	20	40	0,4	28	0,55	0,45	30	10,7	270
28	13	21	41	0,3	29	0,50	0,55	25	11,2	365
29	18	22	42	0,2	30	0,10	0,15	20	12,0	410
30	6	23	43	1,0	15	0,15	0,20	33	9,5	220

Таблиця Б.3 – База даних для розрахунку м'ягкого маршруту зі зворотнім повністю навантаженим пробігом

№ вар.	$q$ , Т	$l_{пер}$ , КМ	$l_{н}$ , КМ	$\gamma_{см}$	$V_t$ , КМ/ГОД	$T_M$ , ГОД	$t'_{нр}$ , ГОД	$t''_{нр}$ , ГОД	$Q_{заг}$ , Т
1	4	10	5	0,9	30	8,0	0,16	0,18	390
2	5	15	10	0,8	35	9,0	0,10	0,15	400
3	6	20	15	0,7	40	10,0	0,15	0,20	510
4	7	25	20	0,6	45	11,	0,20	0,25	670
5	8	30	25	0,5	50	12,0	0,25	0,30	700
6	9	35	30	0,4	55	1,5	0,30	0,35	125
7	10	40	35	0,3	60	2,0	0,35	0,40	234
8	11	45	40	0,2	65	3,0	0,40	0,45	345
9	12	50	45	0,1	70	4,0	0,45	0,50	450
10	13	55	50	1,0	75	5,0	0,50	0,55	570
11	14	60	55	0,1	80	6,0	0,55	0,60	620
12	15	65	60	0,2	20	7,0	0,60	0,30	320
13	16	70	65	0,3	25	8,0	0,17	0,10	410
14	17	75	70	0,4	80	9,2	0,32	0,25	560
15	18	80	75	0,5	75	8,5	0,41	0,32	615
16	19	85	70	0,6	70	7,4	0,54	0,47	690
17	20	90	85	0,7	65	6,3	0,62	0,55	710
18	3,5	95	80	0,8	60	5,1	0,21	0,35	120
19	9	100	95	0,9	55	4,6	0,13	0,15	225
20	11	105	100	1,0	50	3,5	0,18	0,20	340
21	15	110	105	0,9	45	2,5	0,27	0,25	460
22	7	115	110	0,8	40	11,2	0,33	0,20	310
23	5	120	115	0,7	35	10,7	0,47	0,40	205
24	10	125	120	0,6	30	9,8	0,52	0,50	515
25	14	130	125	0,5	25	8,3	0,58	0,45	635
26	13	135	130	0,4	20	7,2	0,61	0,35	520
27	12	140	135	0,3	30	6,5	0,43	0,32	430
28	6	145	140	0,2	40	5,4	0,27	0,25	330
29	8	150	145	0,1	50	4,3	0,31	0,20	470
30	17	155	150	1,0	60	3,8	0,54	0,30	680

Таблиця В.1 – Довжини ділянок кільцевого маршруту

№ вар.	$l'_H = l''_H$ , км	$l_{AB}$ , км	$l_{BC}$ , км	$l_{CD}$ , км	$l_{DE}$ , км	$l_{EA}$ , км
<b>1</b>	5	10	8	12	10	9
<b>2</b>	4	9	10	11	9	10
<b>3</b>	2	8	9	10	8	11
<b>4</b>	3	7	7	9	7	12
<b>5</b>	6	6	5	8	6	13
<b>6</b>	7	5	6	7	5	14
<b>7</b>	8	4	3	6	4	15
<b>8</b>	9	3	4	5	3	16
<b>9</b>	11	2	17	4	2	17
<b>10</b>	15	19	16	3	21	18
<b>11</b>	13	18	19	2	20	19
<b>12</b>	14	17	18	20	19	20
<b>13</b>	12	16	15	19	18	8
<b>14</b>	10	15	13	18	15	7
<b>15</b>	21	14	12	17	14	6
<b>16</b>	19	13	14	16	13	5
<b>17</b>	16	12	11	15	17	4
<b>18</b>	17	11	25	14	12	3
<b>19</b>	20	29	21	13	11	2
<b>20</b>	18	28	22	12	29	21
<b>21</b>	25	27	23	31	28	22
<b>22</b>	23	26	24	30	27	23
<b>23</b>	24	25	30	29	26	24
<b>24</b>	22	24	31	28	25	25
<b>25</b>	30	23	29	27	24	26
<b>26</b>	31	22	28	26	23	27
<b>27</b>	29	21	27	25	22	28
<b>28</b>	27	20	26	24	21	29
<b>29</b>	26	30	32	23	31	30
<b>30</b>	28	31	33	22	30	31

Таблиця В.2 – Технічна швидкість автомобіля на ділянках маршруту

№ вар.	$V_{IH}$ , км/год	$V_{AB}$ , км/год	$V_{BC}$ , км/год	$V_{CD}$ , км/год	$V_{DE}$ , км/год	$V_{EA}$ , км/год
1	20	20	15	25	20	15
2	25	5	20	30	25	20
3	30	10	31	35	27	25
4	35	15	35	40	31	30
5	40	50	27	45	25	35
6	45	45	29	50	20	40
7	50	40	31	35	10	45
8	15	35	5	41	35	50
9	16	45	55	43	5	55
10	15	30	10	28	15	28
11	50	55	15	27	30	31
12	40	40	50	20	40	35
13	45	35	45	15	45	40
14	30	25	40	10	36	42
15	32	20	35	5	37	5
16	20	31	30	29	39	10
17	25	36	25	10	30	15
18	35	25	20	5	40	20
19	40	27	40	15	45	35
20	25	29	35	30	55	15
21	30	5	50	20	50	40
22	45	55	45	35	41	55
23	27	10	35	40	25	30
24	28	15	30	45	42	32
25	24	50	28	55	49	39
26	31	45	25	50	10	45
27	15	40	10	27	5	28
28	17	35	5	25	10	15
29	18	30	15	21	20	20
30	19	20	25	30	30	10

Таблиця В.3 – Вантажопід'ємність і коефіцієнт використання вантажопід'ємності автомобіля

№ вар.	$q, T$	$\gamma_{AB},$ км/ГОД	$\gamma_{BC},$ км/ГОД	$\gamma_{CD},$ км/ГОД	$\gamma_{DE},$ км/ГОД	$\gamma_{EA},$ км/ГОД
1	5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
2	3,5	0,4	0,7	0,6	0,5	0,4
3	5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
4	4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6
5	7	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
6	10	0,5	0,3	0,6	0,7	1,0
7	12	0,6	0,6	0,7	1,0	0,9
8	15	0,7	0,7	1,0	0,9	0,8
9	17	0,8	0,9	0,7	0,8	0,7
10	3,5	0,9	1,0	0,8	0,7	0,6
11	10	1,0	0,9	0,6	0,6	0,5
12	11	0,9	0,8	0,5	0,5	0,4
13	13	0,8	0,7	0,6	0,4	0,5
14	14	0,7	0,6	0,9	0,5	0,6
15	15	0,6	0,5	0,4	0,6	0,7
16	6	0,5	0,4	0,5	0,7	1,0
17	5	0,4	0,5	0,6	1,0	0,9
18	7	0,5	0,6	0,7	0,9	0,8
19	10	0,6	0,7	1,0	0,8	0,7
20	4	0,7	1,0	0,7	0,6	0,5
21	3,5	0,8	0,5	0,4	0,7	0,6
22	17	0,9	0,4	0,5	0,5	0,7
23	18	1,0	0,5	0,6	0,4	0,5
24	19	0,5	0,9	0,7	0,5	0,4
25	20	0,7	0,6	0,5	0,6	0,8
26	7	0,4	0,8	0,7	0,7	0,9
27	5	0,5	0,7	0,9	0,8	1,0
28	12	0,3	0,6	0,8	0,4	0,6
29	15	0,6	0,7	1,0	0,5	0,7
30	13	0,1	0,4	0,9	0,6	0,8

Таблиця В.4 – Тривалість простою автомобіля під навантаженням-розвантаженням в пунктах маршруту

№ вар.	$T_H$ , год.	Тривалість навантаження-розвантаження, год.									
		$t_n^A$	$t_p^B$	$t_n^B$	$t_p^C$	$t_n^C$	$t_p^D$	$t_n^D$	$t_p^E$	$t_n^E$	$t_p^A$
1	5,9	0,5	0,2	0,3	0,6	0	0	0,4	0	0,5	0,3
2	8,0	0,6	0,3	0	0	0,2	0,4	0,5	0,9	0,7	0,2
3	8,2	0,7	0,6	0,5	0,8	0,4	0,3	0	0,2	0,1	0,3
4	8,2	0,8	0	0,7	0,3	0,5	0,2	0	0,3	0,4	0,7
5	11,1	0,9	1,0	0,5	0,7	0,1	0,6	0,7	0	0	0,8
6	11,1	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3	0,5	0	0,1	0,2	0,9
7	5,9	0,2	0,3	0	0,3	0	0,4	0,2	0,8	0,1	0,5
8	11,8	0,1	1,0	0,9	0,4	0,5	0,7	0,8	0,4	0,2	0,6
9	8,0	0,3	0,5	0,1	0	0,6	0,8	0,2	0,3	0,7	0,3
10	8,8	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4
11	12,2	0,5	0,4	0,3	0,6	1,0	0	0,5	0,8	0,7	1,0
12	13,7	0,7	0,5	1,0	0,5	0,8	0,3	0,7	0,9	0,2	0,9
13	9,5	0,6	0,9	0,2	0,1	0,7	0,8	0,3	0	0,1	0,8
14	10,3	0,5	0,2	0	0,3	0,4	1,0	0,8	0,3	0,7	0,7
15	6,9	0,4	0,1	0,5	0,5	0	0,2	0	0,6	0,4	0,6
16	12,4	0,3	1,0	0,7	0,4	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	0,5
17	8,8	0,2	0,7	0,1	0,6	0,8	0	0,6	0,5	0,3	0,4
18	10,1	0,1	0,4	0,2	0,3	1,0	0,8	0,9	0,7	0,1	0,3
19	10,3	0,9	0,6	0,4	0	0,2	0,1	0,7	1,0	0,8	0,2
20	10,1	0,7	0,1	0,6	0,5	0,9	0,7	0,5	0,3	0,4	0,1
21	9,5	0,8	0,7	0,3	0	0,6	0,4	0,2	0,1	0,9	0,5
22	10,1	0,4	0,3	0,9	0,5	0,8	0,4	0,7	0	0,2	0,6
23	9,2	0,2	0,9	0	0,4	0,7	0	0,3	0,8	0,4	0,7
24	9,0	0,1	0,5	0,3	0	1,0	0,5	0,2	0,7	0,1	0,9
25	12,2	0,7	0,1	0,5	0,9	0,6	0,8	0,9	0,3	0,7	0,3
26	8,2	0,5	0,4	0,6	0,4	0	0,7	0,4	0	0,5	0,4
27	9,2	0,4	0,2	1,0	0	0,6	0	0,9	0,7	0,4	0,2
28	12,4	0,3	1,0	0,7	0,5	0,9	0,8	0,5	0	0,3	0,9
29	10,9	0,2	0,8	0,6	0,4	0,3	0,7	1,0	0,4	0	0,8
30	7,1	0,1	0,7	0	0,3	0	0,2	0,5	0,7	0,6	0,3

Таблиця Д.1 – Характеристики маршруту та рухомого складу

№ вар	$l_{\text{в}}$ , км	Відстань, км					Годинний вантажопотік, т/год					Марка автом.	$T_m$ , год.	$t_{\text{пр}}$ , год.	$\gamma_c$	$V_T$ , км/год
		АБ	БС	СД	ДЕ	ЕА	АБ	БС	СД	ДЕ	ЕА					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	35	11	18	6	7	8	21	42	10	68	55	ГАЗ 3309	9,5	0,8	0,6	33
												ЗИЛ 433110	10,0	0,9	0,9	32
												КамАЗ 6520	9,4	1,1	1,0	35
												МАЗ 6430А9	11,6	0,7	0,8	36
												КамАЗ 5320 прич	8,9	1,5	0,8	34
2	45	12	17	7	8	9	30	52	45	20	80	ГАЗ 3309	9,0	0,7	0,7	31
												ЗИЛ 433110	11,0	0,8	0,5	25
												КамАЗ 6520	10,0	1,0	0,9	30
												МАЗ 6430А9	12,0	0,6	0,6	29
												КамАЗ 5320 прич	7,0	1,2	0,7	25
3	50	14	3	32	7	8	49	30	24	10	70	ГАЗ 3309	8,5	0,5	0,7	30
												ЗИЛ 433110	11,0	0,6	0,8	29
												КамАЗ 6520	6,4	0,7	0,9	27
												МАЗ 6430А9	12,6	0,8	0,6	36
												КамАЗ 5320 прич	11,0	1,2	0,8	28
4	40	13	17	5	10	5	32	56	78	21	10	ГАЗ 3309	6,5	0,5	0,5	26
												ЗИЛ 433110	7,0	0,7	0,8	27
												КамАЗ 6520	6,0	1,0	1,0	29
												МАЗ 6430А9	9,0	0,6	0,9	31
												КамАЗ 5320 прич	10,9	1,1	0,8	28
5	37	12	18	9	5	6	38	52	0	42	10	ГАЗ 3309	7,1	0,7	0,6	33
												ЗИЛ 433110	8,2	0,8	0,9	32
												КамАЗ 6520	6,4	0,9	1,0	35
												МАЗ 6430А9	10,1	0,9	0,8	36
												КамАЗ 5320 прич	9,3	1,4	0,8	34

Продовження таблиці Д 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>6</b>	59	15	19	16	17	18	29	48	18	58	55	ГАЗ 3309	9,1	0,7	0,5	31
												ЗИЛ 433110	11,0	0,8	0,7	32
												КамАЗ 6520	8,4	1,0	0,8	33
												МАЗ 6430А9	10,6	0,8	0,9	34
												КамАЗ 5320 прич	9,9	1,6	0,8	30
<b>7</b>	81	15	27	17	18	19	38	62	55	29	70	ГАЗ 3309	8,0	0,6	0,6	30
												ЗИЛ 433110	10,0	0,5	0,6	25
												КамАЗ 6520	11,0	1,2	0,5	29
												МАЗ 6430А9	11,0	0,7	0,6	27
												КамАЗ 5320 прич	9,0	1,3	0,6	22
<b>8</b>	111	24	13	39	37	28	29	20	14	40	80	ГАЗ 3309	7,5	0,6	0,8	30
												ЗИЛ 433110	9,0	0,7	0,7	32
												КамАЗ 6520	8,4	0,8	0,7	28
												МАЗ 6430А9	11,6	0,9	0,8	31
												КамАЗ 5320 прич	10,0	1,2	0,9	29
<b>9</b>	130	23	18	52	30	15	12	46	58	29	17	ГАЗ 3309	7,5	0,6	0,7	27
												ЗИЛ 433110	7,4	0,7	0,6	28
												КамАЗ 6520	6,9	0,8	1,0	30
												МАЗ 6430А9	9,2	0,7	0,8	31
												КамАЗ 5320 прич	11,9	1,2	0,7	25
<b>10</b>	100	22	28	29	15	16	58	58	10	32	19	ГАЗ 3309	5,1	0,6	0,5	31
												ЗИЛ 433110	9,2	0,7	0,8	24
												КамАЗ 6520	7,4	0,8	0,6	26
												МАЗ 6430А9	10,1	0,9	0,7	29
												КамАЗ 5320 прич	10,3	1,4	0,6	23

Продовження таблиці Д 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>11</b>	130	25	29	26	27	28	32	41	28	18	35	ГАЗ 3309	8,1	0,8	0,6	26
												ЗИЛ 433110	10,0	0,7	0,8	27
												КамАЗ 6520	7,4	1,2	0,9	33
												МАЗ 6430А9	8,6	0,7	1,0	31
												КамАЗ 5320 прич	7,9	1,3	0,8	30
<b>12</b>	90	11	37	27	8	15	31	52	51	21	50	ГАЗ 3309	6,0	0,5	0,7	29
												ЗИЛ 433110	7,0	0,6	0,8	21
												КамАЗ 6520	8,0	0,9	0,6	26
												МАЗ 6430А9	9,0	0,7	0,7	30
												КамАЗ 5320 прич	10,0	1,0	0,9	22
<b>13</b>	121	21	23	39	17	48	21	19	24	70	20	ГАЗ 3309	5,5	0,7	0,6	34
												ЗИЛ 433110	8,0	0,8	0,8	30
												КамАЗ 6520	6,4	0,9	0,8	35
												МАЗ 6430А9	10,6	0,9	0,7	31
												КамАЗ 5320 прич	12,0	1,3	0,8	25
<b>14</b>	52	4	5	14	18	25	10	36	38	49	27	ГАЗ 3309	8,5	0,5	0,6	26
												ЗИЛ 433110	6,4	0,8	0,5	29
												КамАЗ 6520	7,9	0,7	0,8	32
												МАЗ 6430А9	8,2	0,8	0,7	33
												КамАЗ 5320 прич	5,9	1,0	0,6	24
<b>15</b>	112	12	21	39	45	6	18	48	24	42	59	ГАЗ 3309	4,1	0,7	0,7	32
												ЗИЛ 433110	8,2	0,6	0,6	29
												КамАЗ 6520	9,4	0,7	0,6	25
												МАЗ 6430А9	9,1	0,8	0,7	27
												КамАЗ 5320 прич	11,3	1,3	0,7	26

Продовження таблиці Д 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>16</b>	110	21	25	22	24	20	12	31	48	58	25	ГАЗ 3309	6,1	0,5	0,7	29
												ЗИЛ 433110	7,0	0,7	0,8	30
												КамАЗ 6520	8,4	0,8	0,7	32
												МАЗ 6430А9	7,6	1,0	1,0	31
												КамАЗ 5320 прич	8,9	1,2	0,6	27
<b>17</b>	120	15	47	37	18	25	34	42	21	41	40	ГАЗ 3309	6,3	0,6	0,6	21
												ЗИЛ 433110	7,2	0,7	0,7	28
												КамАЗ 6520	8,4	0,8	0,6	27
												МАЗ 6430А9	9,5	0,7	0,8	35
												КамАЗ 5320 прич	10,7	1,1	0,7	29
<b>18</b>	95	11	13	19	27	38	41	29	34	50	10	ГАЗ 3309	5,9	0,6	0,6	30
												ЗИЛ 433110	8,8	0,7	0,7	31
												КамАЗ 6520	6,7	0,8	0,9	32
												МАЗ 6430А9	12,1	0,9	0,7	33
												КамАЗ 5320 прич	13,0	1,3	0,7	27
<b>19</b>	100	14	51	24	8	22	12	26	48	41	37	ГАЗ 3309	7,5	0,6	0,7	24
												ЗИЛ 433110	7,4	0,8	0,9	26
												КамАЗ 6520	7,9	0,7	0,8	31
												МАЗ 6430А9	8,2	0,8	0,7	28
												КамАЗ 5320 прич	9,9	1,2	0,7	29
<b>20</b>	89	10	19	29	35	16	28	38	24	32	49	ГАЗ 3309	5,1	0,6	0,5	30
												ЗИЛ 433110	6,2	0,6	0,6	27
												КамАЗ 6520	7,4	0,6	0,7	29
												МАЗ 6430А9	8,1	0,9	0,7	28
												КамАЗ 5320 прич	9,3	1,1	0,8	25

Продовження таблиці Д 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21	58	11	15	12	34	10	22	41	28	38	15	ГАЗ 3309	6,5	0,8	0,9	32
												ЗИЛ 433110	7,7	0,7	0,6	34
												КамАЗ 6520	8,9	0,7	0,6	34
												МАЗ 6430А9	7,9	1,1	1,0	35
												КамАЗ 5320 прич	8,7	1,2	0,7	29
22	119	25	37	17	28	21	24	22	31	21	30	ГАЗ 3309	6,9	0,5	0,5	31
												ЗИЛ 433110	7,9	0,6	0,8	38
												КамАЗ 6520	8,1	0,7	0,9	37
												МАЗ 6430А9	9,0	0,8	0,8	35
												КамАЗ 5320 прич	11,7	1,2	0,9	30
23	90	14	15	18	17	28	31	59	34	40	30	ГАЗ 3309	9,9	0,5	0,9	27
												ЗИЛ 433110	7,8	0,6	0,8	30
												КамАЗ 6520	6,2	0,7	0,7	31
												МАЗ 6430А9	10,1	0,8	0,7	32
												КамАЗ 5320 прич	11,0	1,1	0,8	28
24	92	24	31	14	18	12	22	36	28	51	47	ГАЗ 3309	7,8	0,7	0,6	25
												ЗИЛ 433110	7,7	0,6	0,7	27
												КамАЗ 6520	7,6	0,5	0,9	28
												МАЗ 6430А9	8,5	0,6	0,6	29
												КамАЗ 5320 прич	9,4	1,0	0,9	29
25	111	11	29	19	25	36	58	31	44	22	39	ГАЗ 3309	5,7	0,7	0,6	31
												ЗИЛ 433110	6,8	0,7	0,7	28
												КамАЗ 6520	7,7	0,8	0,8	27
												МАЗ 6430А9	8,8	0,7	0,9	29
												КамАЗ 5320 прич	9,4	1,1	0,8	26

Продовження таблиці Д 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>26</b>	132	31	35	32	24	30	32	31	38	28	25	ГАЗ 3309	8,1	0,5	0,7	31
												ЗИЛ 433110	9,2	0,6	0,7	27
												КамАЗ 6520	7,3	1,0	1,0	28
												МАЗ 6430А9	9,6	0,8	0,7	27
												КамАЗ 5320 прич	7,9	1,4	0,9	25
<b>27</b>	170	15	47	27	18	71	24	32	41	31	35	ГАЗ 3309	8,0	0,6	0,6	30
												ЗИЛ 433110	9,1	0,7	0,6	27
												КамАЗ 6520	7,1	0,9	0,7	32
												МАЗ 6430А9	8,2	0,7	0,8	30
												КамАЗ 5320 прич	9,1	1,3	0,9	24
<b>28</b>	112	34	35	28	27	18	41	49	44	30	20	ГАЗ 3309	7,5	0,6	0,8	32
												ЗИЛ 433110	7,0	0,7	0,7	27
												КамАЗ 6520	8,4	0,6	0,6	28
												МАЗ 6430А9	9,6	0,7	0,6	29
												КамАЗ 5320 прич	10,0	1,3	0,7	30
<b>29</b>	75	14	11	24	28	22	32	46	248	41	37	ГАЗ 3309	6,5	0,6	0,6	24
												ЗИЛ 433110	8,0	0,8	0,5	25
												КамАЗ 6520	7,0	0,9	0,8	27
												МАЗ 6430А9	6,0	0,7	0,7	28
												КамАЗ 5320 прич	9,9	1,2	0,9	29
<b>30</b>	84	14	49	29	15	16	48	21	24	52	49	ГАЗ 3309	8,1	0,8	0,7	32
												ЗИЛ 433110	8,2	0,7	0,6	34
												КамАЗ 6520	8,4	0,8	0,6	30
												МАЗ 6430А9	9,1	0,9	0,9	28
												КамАЗ 5320 прич	9,9	1,2	0,8	25

Таблиця Ж.1 – Технічні параметри рухомого складу та транспортні характеристики вантажу

№ вар.	Модель автомобіля	Вантажо- під'ємність, т	Внутрішні розміри кузова, мм	Маса одиниці вантаж, кг	Габаритні розміри вантаж, мм
1	2	3	4	5	6
1	КамАЗ-65117	14	7800 × 2420	500	1000 × 500
	ГАЗ-3302-206	1,5	3056 × 1978		
	УРАЛ-6367	8,8	6100 × 2420		
2	КамАЗ-53215	11	7200 × 2420	600	1100 × 600
	ГАЗ-330202-206	1,5	4166 × 1978		
	Foton-BJ125	12,75	9300 × 2420		
3	КамАЗ-43253	7,5	5189 × 2330	700	1200 × 700
	УРАЛ-6367	8,8	6100 × 2420		
	Foton-BJ5122VH	9,65	7400 × 2420		
4	КамАЗ-4308	5,86	5160 × 2470	800	1300 × 800
	УРАЛ-63685	20	6500 × 2495		
	Foton-BJ1251VL	13,575	7400 × 2420		
5	КамАЗ-4355	10,0	5160 × 2330	900	1200 × 900
	Foton-BJ125	12,75	9300 × 2420		
	Hyundai HD-78	4,2	4900 × 2200		
6	ЗИЛ-133Г40	10,0	6110 × 2328	1000	1400 × 1000
	Foton-BJ1251VL	13,575	7400 × 2420		
	Hyundai HD-78	4,2	4900 × 2200		
7	ЗИЛ-534340	8,0	4692 × 2326	1050	1500 × 1100
	Foton-BJ5122VH	9,65	7400 × 2420		
	КрАЗ-65053	17,1	5770 × 2320		
8	ЗИЛ-6309НО	10,0	7100 × 2328	1100	1000 × 700
	КрАЗ-65053	17,1	5770 × 2320		
	МАЗ-4370	5,05	6220 × 2480		
9	ЗИЛ-436200	4,5	4890 × 2255	1150	1100 × 900
	МАЗ-533605	8,2	61002 × 2352		
	Ford cargo 3844D6	9,4	6800 × 2550		
10	ЗИЛ-433360	6,0	3752 × 2326	1200	1200 × 1000
	МАЗ-5340	10,23	6100 × 2430		
	Ford Cargo 1826	10,0	6100 × 2550		

1	2	3	4	5	6
11	ЗИЛ-433180	8,0	4892 × 2326	1250	1200 × 500
	Ford Cargo 2530 HRS	16,0	7400 × 2550		
	МАЗ-5340	10,23	6100 × 2430		
12	ЗИЛ-433110	6,0	4692 × 2326	1300	1100 × 600
	Ford cargo 3844D6	9,4	6800 × 2550		
	ГАЗ-3308	4,5	3500 × 2176		
13	ЗИЛ-432930	6,0	3752 × 2326	1350	1300 × 700
	Ford Cargo 2530 HRS	16,0	7400 × 2550		
	ГАЗ-АС-G 3309 ПБ	4,5	4800 × 2176		
14	ЗИЛ-5301ДО	3,0	4385 × 2254	1400	1200 × 800
	Ford Cargo 1826	10,0	6100 × 2550		
	КрАЗ-65053	17,1	5770 × 2320		
15	ЗИЛ-5301АО	3,0	3750 × 2254	1450	1500 × 900
	Hyundai HD-78	4,2	4900 × 2200		
	КамАЗ-4355	10,0	5160 × 2330		
16	КрАЗ-65053	17,1	5770 × 2320	1500	1300 × 1000
	Foton- BJ1099VEPED	7,2	5450 × 2295		
	КамАЗ-65117	14	7800 × 2420		
17	КрАЗ -65101	15,4	5770 × 2320	700	1400 × 1100
	Foton- BJ1251VLPJE	13,575	7400 × 2420		
	Foton-BJ1251VL	13,575	7400 × 2420		
18	КрАЗ-5133	КрАЗ-5133	5250 × 2320	800	1200 × 700
	Foton- BJ1138VJPHG	10,42	6200 × 2295		
	УРАЛ-6367	8,8	6100 × 2420		
19	МАЗ-4370	5,05	6220 × 2480	900	1100 × 900
	Ford cargo 3844D6	9,4	6800 × 2550		
	УРАЛ-6367	8,8	6100 × 2420		
20	МАЗ-533605	8,2	61002 × 2352	1000	1000 × 1000
	ЗИЛ-6309НО	10,0	7100 × 2328		
	КамАЗ-65117	14	7800 × 2420		

Продовження табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
21	МАЗ-5340	10,23	6100 × 2430	700	1400 × 1000
	КамАЗ-53215	11	7200 × 2420		
	Hyundai HD-78	4,2	4900 × 2200		
22	МАЗ-5340В3	10,53	6100 × 2430	800	1100 × 600
	КамАЗ-4355	10,0	5160 × 2330		
	ЗИЛ-433180	8,0	4892 × 2326		
23	МАЗ-5340В5	9,96	6100 × 2430	900	1200 × 700
	Ford Cargo 2530 HRS	16,0	7400 × 2550		
	ЗИЛ-133Г40	10,0	6110 × 2328		
24	МАЗ-5340W6	9,65	6100 × 2430	1000	1200 × 1000
	ЗИЛ-534340	8,0	4692 × 2326		
	УРАЛ-6367	8,8	6100 × 2420		
25	МАЗ-534019	9,85	6100 × 2430	1050	1200 × 900
	КамАЗ-4308	5,86	5160 × 2470		
	УРАЛ-63685	20	6500 × 2495		
26	МАЗ-631019	14,21	7820 × 2430	1100	1400 × 1000
	Foton-BJ125	12,75	9300 × 2420		
	КамАЗ-43253	7,5	5189 × 2330		
27	МАЗ-6312W6	14,75	7300 × 2430	1150	1200 × 1000
	Foton- BJ1099VEPED	7,2	5450 × 2295		
	КамАЗ-65117	14	7800 × 2420		
28	МАЗ-6312В9	14,25	7300 × 2430	1200	1100 × 700
	Ford cargo 3844D6	9,4	6800 × 2550		
	ГАЗ-3308	4,5	3500 × 2176		
29	ГАЗ-3308	4,5	3500 × 2176	1250	1100 × 900
	Ford cargo 3844D6	9,4	6800 × 2550		
	Foton-BJ5122VH	9,65	7400 × 2420		
30	ГАЗ-АС-G 3309 ПБ	4,5	4800 × 2176	1300	1300 × 1000
	КамАЗ-65117	14	7800 × 2420		
	КрАЗ -65101	15,4	5770 × 2320		

Таблиця 3.1 – Основні значення характеристик продукції

№ варіанту	Характеристика продукції				
	Обсяг початкових витрат, $Z_0$ , грн.	Сигнальна сфера $\Delta$ , %	Собівартість продукції, $S$ , грн/ткм	Ціна одиниці продукції, $C$ , грн/ткм	Попит на продукцію, $D_{\max}$ , грн.
1	$1,00 \cdot 10^6$	10	0,09	0,12	$7,5 \cdot 10^6$
2	$1,25 \cdot 10^6$	15	0,12	0,16	$10 \cdot 10^6$
3	$1,05 \cdot 10^6$	20	0,13	0,18	$8 \cdot 10^6$
4	$1,17 \cdot 10^6$	25	0,11	0,14	$9 \cdot 10^6$
5	$1,30 \cdot 10^6$	22	0,16	0,20	$12 \cdot 10^6$
6	$1,20 \cdot 10^6$	18	0,18	0,24	$8,5 \cdot 10^6$
7	$1,23 \cdot 10^6$	16	0,20	0,25	$7,8 \cdot 10^6$
8	$1,12 \cdot 10^6$	14	0,14	0,17	$13 \cdot 10^6$
9	$1,08 \cdot 10^6$	28	0,17	0,21	$11 \cdot 10^6$
10	$1,02 \cdot 10^6$	35	0,19	0,23	$11,5 \cdot 10^6$
11	$1,13 \cdot 10^6$	11	0,10	0,13	$15 \cdot 10^6$
12	$1,35 \cdot 10^6$	17	0,15	0,15	$7,3 \cdot 10^6$
13	$1,06 \cdot 10^6$	13	0,17	0,19	$10,2 \cdot 10^6$
14	$1,24 \cdot 10^6$	24	0,21	0,22	$14 \cdot 10^6$
15	$1,16 \cdot 10^6$	12	0,23	0,30	$17 \cdot 10^6$
16	$1,27 \cdot 10^6$	27	0,25	0,28	$21 \cdot 10^6$
17	$1,09 \cdot 10^6$	31	0,22	0,26	$13 \cdot 10^6$
18	$1,31 \cdot 10^6$	23	0,24	0,29	$9,3 \cdot 10^6$
19	$1,03 \cdot 10^6$	32	0,30	0,27	$7,6 \cdot 10^6$
20	$1,22 \cdot 10^6$	33	0,26	0,31	$14,5 \cdot 10^6$
21	$1,07 \cdot 10^6$	34	0,27	0,40	$19 \cdot 10^6$
22	$1,15 \cdot 10^6$	21	0,28	0,35	$16 \cdot 10^6$
23	$1,21 \cdot 10^6$	40	0,29	0,32	$11,8 \cdot 10^6$
24	$1,29 \cdot 10^6$	29	0,41	0,33	$6,5 \cdot 10^6$
25	$1,26 \cdot 10^6$	36	0,35	0,37	$9,7 \cdot 10^6$
26	$1,02 \cdot 10^6$	37	0,37	0,34	$18 \cdot 10^6$
27	$1,14 \cdot 10^6$	38	0,32	0,36	$15 \cdot 10^6$
28	$1,23 \cdot 10^6$	41	0,33	0,41	$16 \cdot 10^6$
29	$1,28 \cdot 10^6$	39	0,40	0,38	$17,3 \cdot 10^6$
30	$1,31 \cdot 10^6$	42	0,34	0,39	$8,2 \cdot 10^6$

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абакумов Г.В., Дедюкин В.В. Теоретические основы организации и функционирования транспортных систем: учебное пособие. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. – 128 с.
2. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. – Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. – 370 с.
3. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика. Интегрированная цель поставок. - М.: Олимп-бизнес, 2001.- 521 с.
4. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.100403 "Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)". - К.: Видавничий Дім "Слово", 2010. – 408 с.
5. Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б. Технологи организация и управление грузовыми автомобильными перевозками: учебник для вузов. 2-е изд., доп. - Волгоград: гос. техн. ун-т., 2000. – 304 с.
6. Вельможин А. В., Гудков В.А., Миротин Л.Б., Куликов А.В. Грузовы автомобильные перевозки: учебник для вузов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.
7. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки / А.И. Воркут.-К.: Вища шк., 1986. - 156 с.
8. Гавришев С.Е. [и др.] Транспортная логистика: учеб. пособие. – С-Пб.: ПГУПС, 2011. – 279 с.
9. Гордон М.П. Рынок и логистика / Под ред. М.П. Гордона, М.: Экономика, 1993.-189 с.
10. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О., Лисенко С.В., Голуб Д.В. та ін. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія під заг.ред. д.т.н.,проф. Ауліна В.В.-Кропивницький: Видав. ФОП Лисенко В.Ф., 2020.-428 с.

11. Говорущенко Н. Я. Основы управления автомобильным транспортом / Н.Я. Говорущенко. - Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1978. - 224 с.
12. Гарольд Е. Управление снабжением и запасами / Е. Гарольд, Р. Майкл, С. Мендер. - 11-е изд.- СПб: Полигон, 1999.- 512 с.
13. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: изд. центр «Академия», 2004. - 288 с.
14. Касаткин Ф.П., Коновалов С.Н., Касаткина Э.Ф. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: учеб. пособие. – М. Академический проект, 2005. – 345 с.
15. Ключина Ю.Ф. Автомобильные грузовые перевозки: учеб. пособие. – Тверь: Тверской государственной технический университет, 2000. – 389 с.
16. Ляндау Ю.В., Стасевич Д.И. Теория процессного управления: Монография. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 118 с.
17. Ларин О.Н. Организация грузовых перевозок: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 99 с.
18. Лукинский В.С. и др. Логистика автомобильного транспорта. Концепция, методы, модели. - М.: Финансы и статистика, 2000 - 390 с.
19. Майборода М.Е., Беднарский В.В. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 442 с.
20. Некрасов А. Г. [и др.] Управление цепями поставок в транспортном комплексе: учеб. пособие для вузов. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 262 с.
21. Неруш Ю.М. Логистика : Учебник - ч-е изд. перероб. и доп. - М.: ТК Велби «Проспект», 2006. - 520 с.
22. Панов С. А. и др. Управление грузовыми автомобильными перевозками: (Основы анализа) / С.А. Панов. - М.: Транспорт, 1979. - 127 с.
23. Русеев Г. В. Организация автомобильных перевозок / Г.В. Русеев. -К.: Вища шк., 1971. - 256 с.
24. Савин В. И. Перевозки грузов автомобильным транспортом: Справ. пособие. – М.: Дело и Сервис, 2002. – 543 с.

25. Справочник по международным автомобильным перевозкам. – М.: АСМАП, 2000. – 296 с.

26. Федоров Л.С., Мухаметдинов И.Б., Персианов В.А. Общий курс транспортной логистики. – М.: КноРус, 2011. – 321 с.

Навчально-методичне видання

ОРГАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖНИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ

Методичні вказівки  
до практичних занять для студентів  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності 274 “ Автомобільний транспорт ”

Укладачі: В.В. Аулін,  
Д.В. Голуб

Тиражування на різнографі: В.В. Абрамова

Підписано до друку 27.08.2021 р. Здано до тиражування 30.08.2021 р.

Формат 60x86 1/16. Папір газетний.

Ум. друк. арк. 6. Тираж 70 прим. Зам. № 121/2021 р.

© РВЛ ЦНТУ, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8. Тел.: 390-541, 390-551