

# Центральноукраїнський національний технічний університет

## Кафедра експлуатації та ремонту машин

# КУРСОВА РОБОТА

### зі взаємодії видів транспорту

(назва дисципліни)

**Тема: "Визначення ефективності транспортно-технологічної схеми доставки сировини та тарно-штучних вантажів"**

Студента групи ТТ19

напряму підготовки Транспортні технології

спеціальності 275 Транспортні

технології

*Московченко Володимир Анатолійович*

Керівник:

*доцент Лисенко С.В.*

Національна шкала

Кількість балів: 35 Оцінка: ECTS 30

Члени комісії

(підпис)

Аулін В.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Лисенко С.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Гриньків А.В.

(прізвище та ініціали)

м. Кропивницький – 2021 рік



# ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра \_\_\_\_\_ Експлуатації та ремонту машин \_\_\_\_\_  
Дисципліна \_\_\_\_\_ Взаємодія видів транспорту \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ Спеціальність: 275 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» \_\_\_\_\_  
Курс \_\_\_\_\_ Група \_\_\_\_\_ ТТ-19 \_\_\_\_\_ Семестр \_\_\_\_\_

## ЗАВДАННЯ

на розрахунково-графічну роботу студента

\_\_\_\_\_ Московченка Володимира Анатолійовича \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Визначення ефективності транспортно-технологічної схеми доставки сировини та тарно-штучних вантажів

Строк здачі студентом закінченої роботи 01.12.2021р.

### 3. Вихідні дані до роботи:

В місті А будується завод. Поклади сировини знаходяться від заводу на відстані  $l_{min}-l_{max}$ ,  $l_{min} = 0$  км а  $l_{max} = 15$  км. Річний об'єм споживаної заводом сировини змінюється в діапазоні  $Q_{min}-Q_{max}$ ,  $Q_{min} = 30$  млн. т,  $Q_{max} = 60$  млн. т. Вихід готової продукції складає 30 % споживаного об'єму сировини.

Готова продукція: тарно-штучний вантаж з середньою масою вантажної одиниці  $q=45$  кг та розмірами  $a \times b \times h=30 \times 90 \times 15$  см.

Проектом заводу передбачена наявність під'їзних залізничних колій, автомобільної дороги та причалу.

З введенням в дію заводу кількість жителів міста А становитиме  $N_{ж} = 300$  тис. чол.

Завод повинен постачати 10 % середньорічного об'єму випускаємої продукції підприємствам міста В. Місто В займає площу  $S_B = 70$  км<sup>2</sup>. Одержувачі вантажів розташовані рівномірно по території міста, а їх загальна кількість  $N_0 = 13$ . Відстань між м. А та найближчою до м. В залізничною станцією  $-L_3 = 350$  км, портом  $-L_{\Pi} = 280$  км. Залізнична станція знаходиться на відстані  $-l_3 = 7$  км від межі міста, а порт на відстані  $-l_{\Pi} = 11$  км. Відстань між заводом та межею м. В по автомобільній дорозі  $-L_a = 270$  км.

Завод, залізниця і водний транспорт працюють цілодобо. Тривалість роботи автотранспорту та складів вантажоотримувачів  $T_a = 7,5$  год.

Необхідно визначити ефективні транспортно-технологічні схеми доставки сировини та тарно-штучних вантажів.

Визначити характеристики пасажирського транспорту м. А.

### 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: Вихідні дані. Визначення частки вантажів, які перевантажуються по прямому варіанту. Вибір рухомого складу та розрахунок потрібної кількості. Розрахунок страхового запасу та термінів зберігання вантажів на складі дрібних відправок. Розрахунок оптимального рівня завантаження та потрібної кількості навантажувально-розвантажувальних механізмів. Визначення габаритних розмірів складу дрібних відправок. Розрахунок собівартості доставки вантажів.

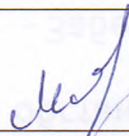
### 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

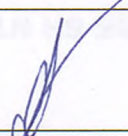
6. Дата видачі завдання 7 вересня 2021 року



# КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів контрольної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Підготовка та перевірка першого розділу роботи	30.09.2021	
2	Підготовка та перевірка другого розділу роботи	23.10.2021	
3	Підготовка та перевірка третього розділу роботи	20.11.2021	
4	Формування пояснювальної записки	23.11.2021	
5	Сдача курсової роботи на перевірку	24.11.2021	

Студент \_\_\_\_\_  
  
 (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
  
 (підпис)

Лисенко С.В. \_\_\_\_\_  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

“     ”                             20     р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ВИБІР ПРОМИСЛОВОГО ВИДУ ТРАНСПОРТУ.....	8
2. ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА.....	13
3. ВИБІР ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МАГІСТРАЛЬНОМУ СПОЛУЧЕННІ.....	18
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	28

## ВСТУП

Транспорт – специфічна галузь господарства. Він не створює, як інші виробничі сектори, нових матеріальних цінностей. Результатом роботи транспорту є переміщення вантажів і людей. Великою є роль галузі у підвищенні рівня життя населення. У транспорті зайнято близько 6 % працюючих у господарстві України.

Роль і значення транспорт. Транспортний комплекс складається із сухопутного, водного та повітряного видів. У сухопутному виділяються автомобільний, залізничний і трубопровідний транспорт; у водному – морський і річковий. Специфічною галуззю транспорту є міський пасажирський транспорт.

Для визначення ролі транспортного комплексу у господарстві (частки кожної з його галузей) необхідно скористатися певними показниками. Одним серед них є обсяг перевезень, тобто кількість перевезених вантажів (пасажирів) за певний проміжок часу (рік, місяць, добу). Для обчислення роботи транспорту береться до уваги й відстань перевезень. Добуток обсягу перевезень на відстань їхнього транспортування називається вантажо- або пасажирообігом й визначається відповідно у тонно-кілометрах і пасажиро-кілометрах.

Поєднання взаємопов'язаних видів транспорту, які задовольняють потреби господарства й населення у перевезенні вантажів та пасажирів, утворюють транспортну систему країни. Вона складається з лінійних елементів (шляхів сполучення всіх видів транспорту), точкових (пунктів зосередження вантажо-розвантажувальних робіт), рухомого складу (автомобілів, тепловозів тощо), служби перевезень. Серед точкових виділяють транспортні пункти (залізничні станції, річкові пристані, річкові й морські порти, автостанції, аеропорти) і транспортні вузли (місця сполучення різних чи однакових транспортних шляхів).

Основними чинниками, що впливають на формування транспортної системи, є соціально-економічні, природні, історичні та ін.

Залізничний транспорт. Посідає друге місце за вантажообігом і перше за пасажирообігом. Експлуатаційна довжина залізниць загального користування дорівнює близько 22,1 тис. Км.

Сьогодні найважливіші серед залізниць електрифіковані, що становить третину від загальної довжини всіх залізниць. Найгустіша мережа залізниць у Донбасі, Придніпров'ї й західній частині Лісостепу. Найменше залізниць на Поліссі та у південній частині Степу. Якщо поділити довжину мережі залізниць у межах країни чи області на їхню площу, то отримаємо її середню густоту. Для України вона становить 38 км на 1000 км<sup>2</sup>; у Донбасі – 52 км на 1000 км<sup>2</sup>, а на півдні – 27 км на 1000 км<sup>2</sup>.

Серед залізниць, які забезпечують внутрішні зв'язки, важливе значення мають: Донбас – Кривий Ріг, Харків – Сімферополь, Харків – Київ, Київ – Львів, Львів – Одеса, Харків – Херсон, Львів – Чоп. Із міжнародних залізничних магістралей основні: Донбас – Ростов-на-Дону, Харків – Вітебськ, Київ – Москва, Володимир-Волинський – Катовіце, Львів – Краків, Харків – Москва, Чоп – Прага, Чоп – Будапешт. Найбільші залізничні вузли – Київ, Харків, Донецьк, Одеса, Львів, Дніпропетровськ, Фастів, Жмеринка, Козятин та ін.

Основну частку в перевезеннях залізницями становлять промислові вантажі: залізна руда, кам'яне вугілля, будівельні матеріали та ін. Залізничним транспортом перевозять також велику кількість зерна, цукрових буряків.

Автомобільний транспорт. Має велике значення для перевезення на короткі відстані, хоча собівартість перевезень, порівняно із залізничним транспортом, більша. Обсяги перевезень автомобільним транспортом за останні роки помітно знизилися. Нині ним відправляється 62 % вантажів. Питома вага автомобільного транспорту у вантажообігу невисока (5 %). За пасажирообігом в Україні він посідає друге місце, після залізничного.

У нашій країні створено густу мережу автомобільних шляхів із твердим покриттям. Загальна довжина автомобільних шляхів – 170 тис. км, із них 165 тис. км – із твердим покриттям.

Трубопровідний транспорт. Дає змогу подавати на великі відстані нафту, продукти її переробки, природний газ. Загальна довжина трубопроводів в Україні – понад 40 тис. км, із яких 87% припадає на газопроводи, а 13% – нафто- і нафтопродуктопроводи. Найважливіші нафтопроводи, що подають на

підприємства вітчизняну нафту: Долина – Дрогобич, Битків – Надвірна, Качанів – Охтирка, Гнідинці – Прилуки – Кременчук – Херсон. В Україні подається нафта по трубопроводах Самара – Лисичанськ – Кременчук – Херсон – Одеса. У 1963 р. Через територію країни пройшов трансєвропейський нафтопровід «Дружба», який транспортує російську нафту до України та Європи.

У 2001 р. Завершено спорудження нафтопроводу Одеса – Броди, який поки що працює у реверсному режимі.

Серед газопроводів внутрішньодержавне значення мають Шебелинка – Київ, Шебелинка – Харків, Шебелинка – Дніпропетровськ – Кривий-Ріг – Одеса, Угерське – Івано-Франківськ, Глібівка – Симферополь. Через територію України проходять міжнародні газопроводи: «Братерство», «Союз», «Прогрес», Уренгой – Ужгород, які постачають газ з Росії до Угорщини, Словаччини та країн Західної Європи. У нашу країну газ подається з родовищ Росії та Туркменистану.

До портового пневмотранспорту відноситься також пневмоконтейнерний. Тут вантаж завантажується в контейнери, які розташовують у трубі. В цю трубу закачується повітрянадувною машиною повітря, яке давить на задній торець (з манжетою) контейнера і переміщує його по трубі.



## 1. ВИБІР ПРОМИСЛОВОГО ВИДУ ТРАНСПОРТУ

Вибір виду транспорту, що забезпечує у визначених умовах найбільшу економічну ефективність, передбачає порівняння ряду варіантів та потребує значних витрат часу. Суттєве зменшення обсягів роботи та виключення можливих помилок досягається при наявності графіків областей ефективного використання різних видів транспорту.

Області ефективного використання різних видів транспорту визначаються порівнянням річних відносних витрат при різних заданих умовах роботи та відповідних до них значеннях незалежних змінних. Витрати визначають фактори, які мають найбільший вплив на їх формування, а саме  $Q$  і  $L$ .

Графічний спосіб визначення областей ефективного використання видів транспорту базується на розрахунку відносних витрат по кожному варіанту, виконаному прямим обчисленням по статтях капітальних та експлуатаційних витрат.

По видам транспорту згідно із завданням на курсову роботу необхідно обчислити витрати, які припадають на 1 тону транспортування сировини. Для розрахунків використовуються залежності витрат, наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Залежності для визначення витрат на перевезення.

Вид транспорту	Розрахункова формула
Трубопровідний	$V_T = 30 + 11 \times L + (15 + 14 \times L)Q$
Автомобільний	$V_T = 25 + 15 \times L + (30 + 34 \times L)Q$
Пневмоконтейнерний	$V_T = 76 + 44 \times L + (55 + 10 \times L)Q$

Одиниці виміру:  $L$  – км,  $Q$  – млн. тон,  $V$  – у. о. (умовні одиниці).

Результати розрахунків за комбінацією видів транспорту, яка визначена індивідуальним завданням, зводимо у таблицю 1.2.



Таблиця 1.2 – Витрати на перевезення різними видами транспорту.

L, км	0		5		10		15		20		25	
Q, млн. т	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60
Трубопровідний	0	0	2635	5185	4790	9440	6945	14695	9100	17950	11255	22205
Автомобільний	0	0	6100	12100	11275	22375	16450	32650	21625	42925	26800	53200
Пневмоконтейнерний	0	0	3446	6596	5166	9816	6886	13036	8606	16256	10326	19476

Приклад розв'язання витрат до таблиці 1.2:

1) Трубопровідний, для 30 млн. т:

$$V_T = 30 + 11 \times L + (15 + 14 \times L)Q;$$

$$V_T = 30 + 11 \times 0 + (15 + 14 \times 0) \times 30 = 0;$$

$$V_T = 30 + 11 \times 5 + (15 + 14 \times 5) \times 30 = 2635 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 30 + 11 \times 10 + (15 + 14 \times 10) \times 30 = 4790 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 30 + 11 \times 15 + (15 + 14 \times 15) \times 30 = 6945 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 30 + 11 \times 20 + (15 + 14 \times 20) \times 30 = 9100 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 30 + 11 \times 25 + (15 + 14 \times 25) \times 30 = 11255 \text{ (y. o).}$$

2) Автомобільний, для 30 млн. т:

$$V_T = 25 + 15 \times L + (30 + 34 \times L)Q;$$

$$V_T = 25 + 15 \times 0 + (30 + 34 \times 0) \times 30 = 0;$$

$$V_T = 25 + 15 \times 5 + (30 + 34 \times 5) \times 30 = 6100 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 25 + 15 \times 10 + (30 + 34 \times 10) \times 30 = 11275 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 25 + 15 \times 15 + (30 + 34 \times 15) \times 30 = 16450 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 25 + 15 \times 20 + (30 + 34 \times 20) \times 30 = 21625 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 25 + 15 \times 25 + (30 + 34 \times 25) \times 30 = 26800 \text{ (y. o).}$$

3) Пневмоконтейнерний, для 30 млн. т:

$$V_T = 76 + 44 \times L + (55 + 10 \times L)Q;$$

$$V_T = 76 + 44 \times 0 + (55 + 10 \times 0) \times 30 = 0;$$

$$V_T = 76 + 44 \times 5 + (55 + 10 \times 5) \times 30 = 3446 \text{ (y. o);}$$

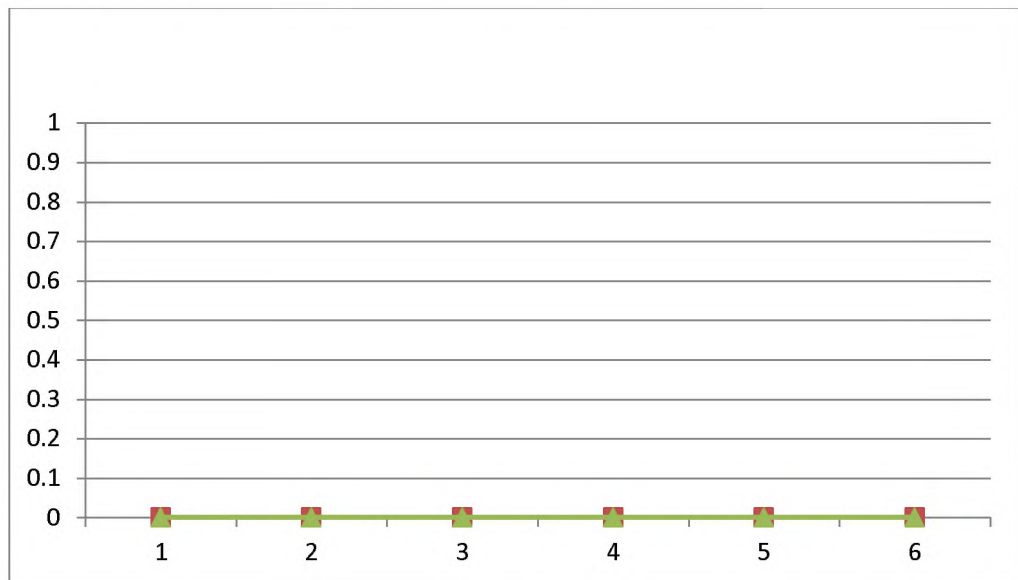
$$V_T = 76 + 44 \times 10 + (55 + 10 \times 10) \times 30 = 5166 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 76 + 44 \times 15 + (55 + 10 \times 15) \times 30 = 6886 \text{ (y. o);}$$

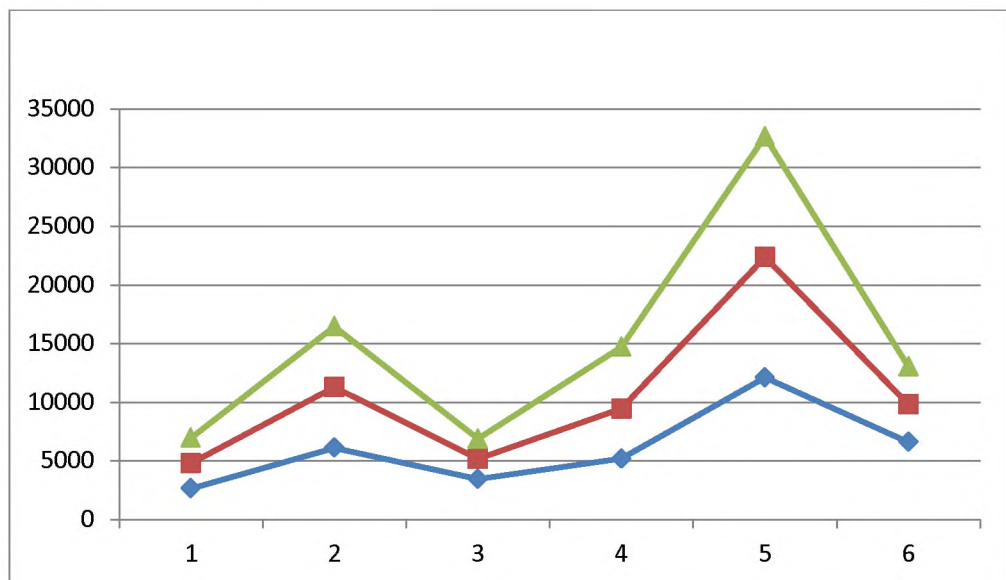
$$V_T = 76 + 44 \times 20 + (55 + 10 \times 20) \times 30 = 8606 \text{ (y. o);}$$

$$V_T = 76 + 44 \times 25 + (55 + 10 \times 25) \times 30 = 10326 \text{ (y. o);}$$

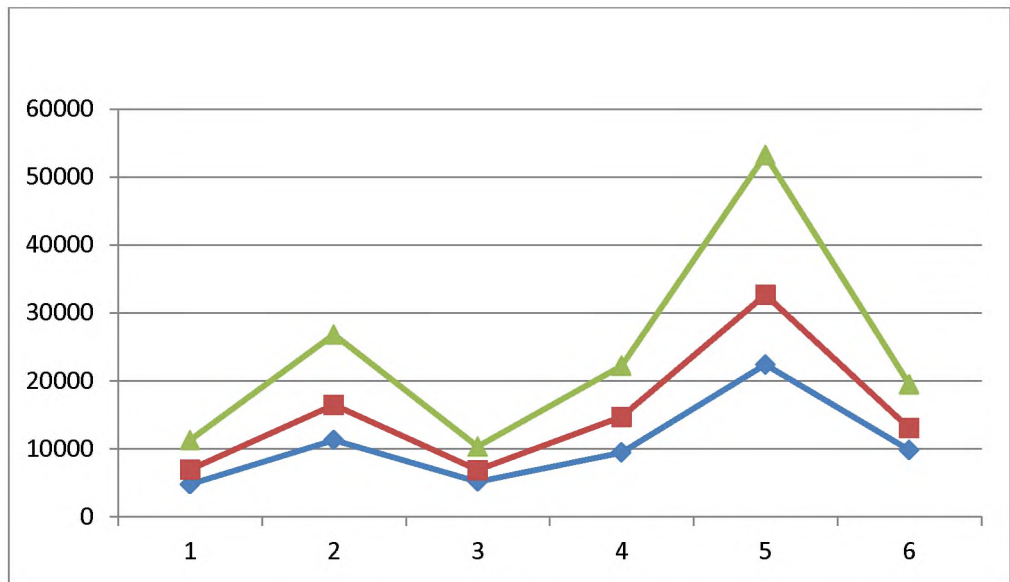
Найдешевший вид сполучення визначається прямою витрат, розташованою найближче до осі абсцис. Точки перетину ліній функції  $V=f(Q)$  при  $L=\text{const}$  порівнюваних видів транспорту є точками рівності їх витрат на перевезення. При зміні  $L$  вони можуть мати різне положення в координатах або їх може небути зовсім. Відсутність точок перетину свідчить про вигідність використання одного виду транспорту при будь-яких значеннях вантажопотоку.



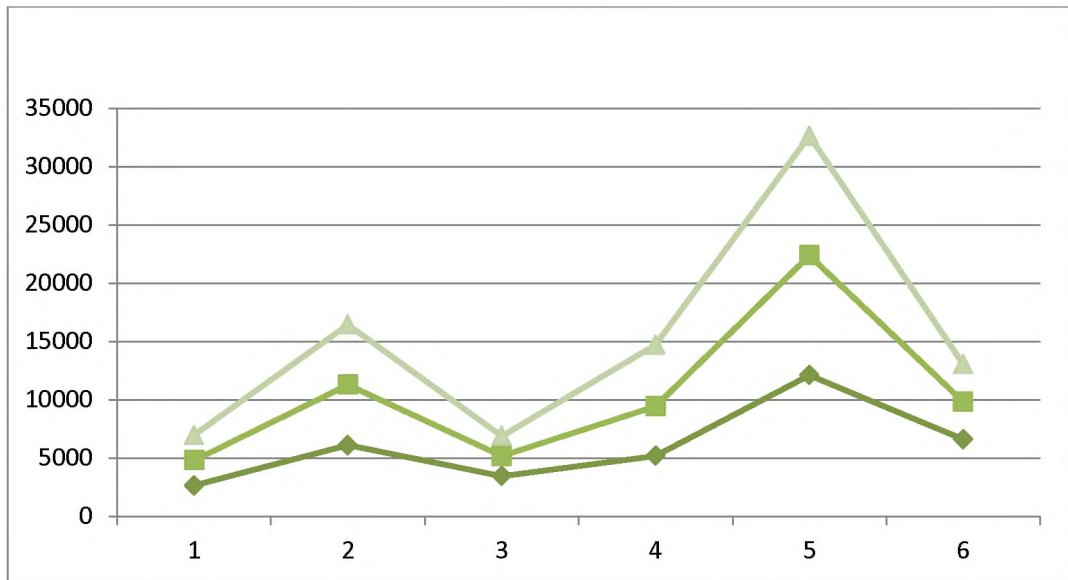
а



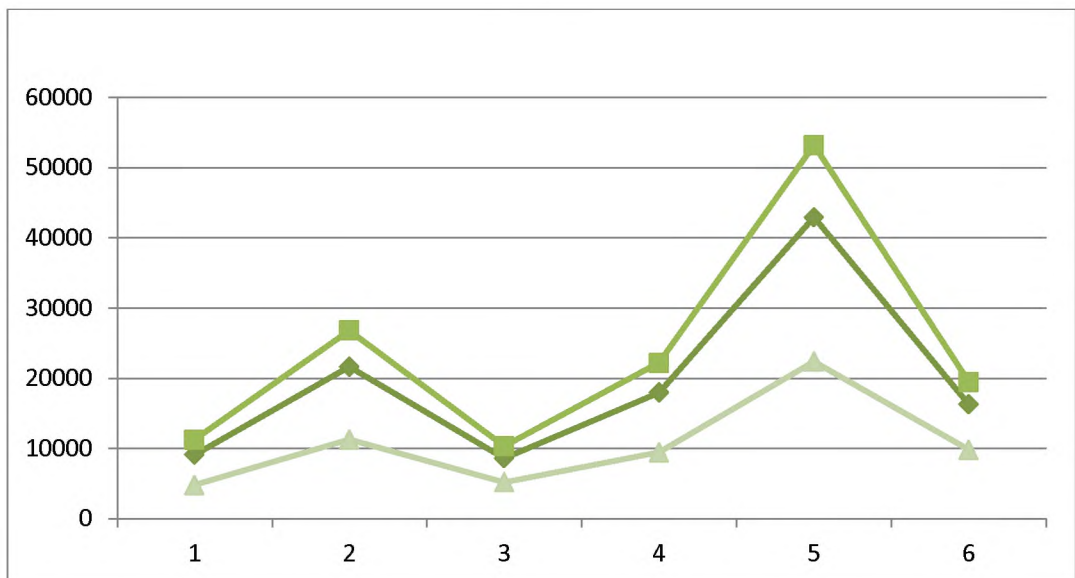
б



В

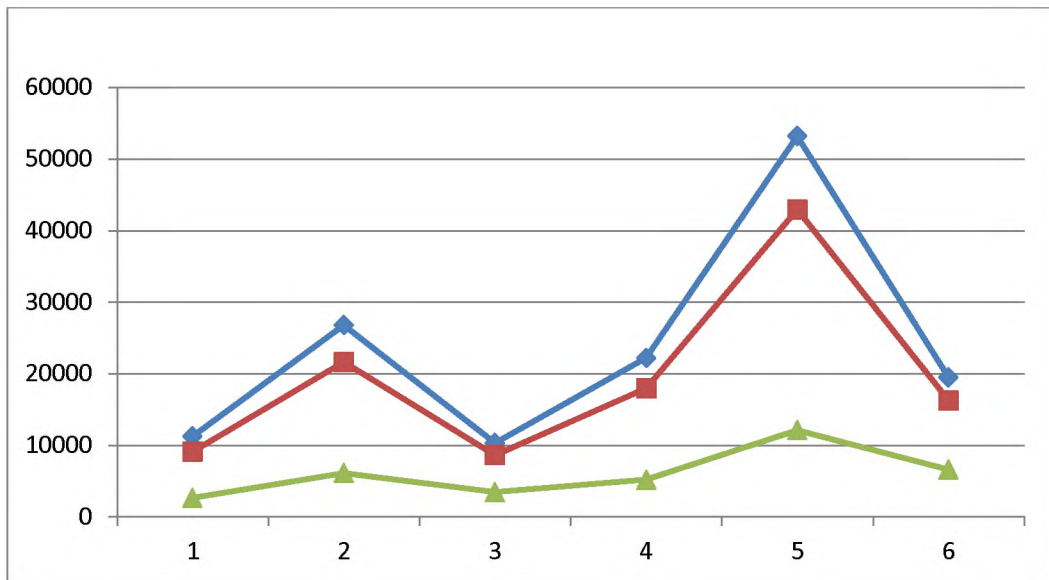


Г



Д





ж

Залежність витрат від обсягу перевезень при відстані: графік а –  $L=0$  км; графік б –  $L=5$  км; графік в –  $L=10$  км; графік г –  $L=15$  км; графік д –  $L=20$  км; графік ж –  $L=25$  км.

## 2. ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА

Організація міських перевезень передбачає визначення кількості маршрутів, типу рухомого складу і його кількості.

Забудована площа міста, км<sup>2</sup>:

$$S_M = 25 + 1,5 \times 10^{-4} \times N_{ж}; \quad (2.1)$$

$$S_M = 25 + 1,5 \times 10^{-4} \times 300000 = 70 \text{ (км}^2\text{)};$$

Середня довжина міського маршруту, км:

$$L_M = 7,4 + w\sqrt{S_M}, \quad (2.2)$$

де  $w$  – коефіцієнт, що враховує планувальну забудову міста (для розрахунків приймається  $w=0,25$ );

$$L_M = 7,4 + 0,25\sqrt{70} = 9,4 \text{ (км)};$$

Мінімальна кількість маршрутів визначається з умови охоплення сполученням всіх транспортних мікрорайонів міста.

Максимальна кількість маршрутів визначається з умови забезпечення пасажирів всіх транспортних мікрорайонів сполученням без пересадок. З точністю достатньою для практичних розрахунків максимальна кількість маршрутів обчислюється за залежністю:

$$k_{max} = \frac{-4}{\ln(1 - (\frac{15}{S_M})^2)}; \quad (2.3)$$

$$k_{max} = \frac{-4}{\ln(1 - (\frac{15}{70})^2)} = 88 \text{ (одиниць)}.$$

Сумарна максимальна довжина маршрутів, км:

$$L_{max} = k_{max} \times l_M; \quad (2.4)$$

$$L_{max} = 88 \times 9,4 = 827,2 \text{ (км)}.$$

Мінімальна довжина маршрутної мережі, км:

$$L_{min} = k_{min} \times l_M; \quad (2.5)$$

$$L_{min} = 10 \times 9,4 = 94 \text{ (км)}.$$

Для визначення характеристик оптимальної маршрутної мережі необхідно виконати ітеративні розрахунки:

$$\Delta L = 0,07 \times L_{max} - 0,1 \times L_{min}; \quad (2.6)$$

$$\Delta L = 0,07 \times 827,2 - 0,1 \times 94 = 57,9 - 9,4 = 48,5(\text{км});$$

$$L_k + I = L_k + \Delta L.$$

Розрахуємо значення показників для оптимальної інтеграції.

Сумарна довжина к маршрутів, км:

$$L_k = L_{min} \times l_M; \quad (2.7)$$

$$L_k = 94 \times 9,4 = 883,6 (\text{км}).$$

Коефіцієнт пересадочності:

$$k_{\text{пер}} = 1 + \left(1 - \frac{L_k}{L_{max}}\right)^4; \quad (2.8)$$

$$k_{\text{пер}} = 1 + \left(1 - \frac{883,6}{827,2}\right)^4 = 1.$$

Щільність дорожньо-вуличної мережі, км/км<sup>2</sup>:

$$\sigma_{\text{ВМ}} = 2,5 \times (S_M)^{0,25}; \quad (2.9)$$

$$\sigma_{\text{ВМ}} = 2,5 \times (70)^{0,25} = 7,2 (\text{км/км}^2).$$

Маршрутний коефіцієнт:

$$k_M = \frac{L_k}{L_{min} + \left(\frac{L_k - L_{min}}{L_{max} - L_{min}}\right) (S_M \left(\frac{\sigma_{\text{ВМ}}}{4}\right)^{2,5} - L_{min})}; \quad (2.10)$$

$$k_M = \frac{883,6}{94 + \left(\frac{883,6 - 94}{827,2 - 94}\right) (70 \left(\frac{7,2}{4}\right)^{2,5} - 94)} = 2,7.$$

Щільність маршрутної мережі, км/км<sup>2</sup>:

$$\sigma_{\text{ММ}} = \frac{L_k}{k_M \times S_M}; \quad (2.11)$$

$$\sigma_{\text{ММ}} = \frac{883,6}{2,7 \times 70} = 4,6 (\text{км/км}^2).$$

Середня відстань переміщення пасажирів, км:

$$l_{\Pi} = k_{\text{пер}} \left(1 + 0,1 \sqrt{S_M}\right) \left(2 - \frac{\sigma_{\text{ММ}}}{\sigma_{\text{ВМ}}}\right)^{0,5}; \quad (2.12)$$

$$l_{\Pi} = 1 \left(1 + 0,1 \sqrt{70}\right) \left(2 - \frac{4,6}{7,2}\right)^{0,5} = 2,14 (\text{км}).$$



Середня відстань поїздки пасажира, км:

$$l_c = \frac{l_{\Pi}}{k_{\text{пер}}}; \quad (2.13)$$

$$l_c = \frac{2,14}{1} = 2,14(\text{км}).$$

Витрати часу на підхід до зупинки, год:

$$t_{\Pi} = \frac{2,4}{V_{\Pi}} \left( \frac{1}{3\sigma_{\text{ММ}}} + \frac{l_d}{4} \right), \quad (2.14)$$

де  $V_{\Pi}$  – швидкість пішохода ( $V_{\Pi} = 4$  км/год);  $l_d$  – міжзупинкова відстань, приймається  $l_d = 0,7$  км;

$$t_{\Pi} = \frac{2,4}{4} \left( \frac{1}{3 \times 4,6} + \frac{0,7}{4} \right) = 0,14(\text{год}).$$

Витрати часу на очікування рухомого складу, год:

$$t_o = \frac{\sigma_{\text{ММ}} \times k_M \times S_M}{N_p \times V_e}; \quad (2.15)$$

де  $V_e$  – експлуатаційна швидкість;  $N_p$  – розрахункова кількість рухомого складу.

$$V_e = 22 + 10 \times \ln(l_d); \quad (2.16)$$

$$V_e = 22 + 10 \times \ln(0,7) = 18,4 \text{ (км/год)};$$

$$N_p = 0,1 \left( \frac{N_{\text{Ж}}}{10000} + \frac{25}{S_M} \right) \left( \frac{N_{\text{Ж}}}{S_M} \right)^{0,5}; \quad (2.17)$$

$$N_p = 0,1 \left( \frac{300000}{10000} + \frac{25}{70} \right) \left( \frac{300000}{70} \right)^{0,5} = 199;$$

$$t_o = \frac{4,6 \times 2,7 \times 70}{199 \times 18,4} = \frac{869,4}{3661,6} = 0,23 \text{ (год)}.$$

Витрати часу на пересадку, год:

$$t_{\text{пр.}} = (k_{\text{пер}} - 1)t_o; \quad (2.18)$$

$$t_{\text{пр.}} = (1 - 1) \times 0,23 = 0 \text{ (год)}.$$

Витрати часу на рух, год:

$$t_p = \frac{l_{\Pi}}{V_c}; \quad (2.19)$$

де  $V_c$  – швидкість сполучення, км/год:

$$V_c = 1,2 \times V_e; \quad (2.20)$$

$$V_c = 1,2 \times 18,4 = 22 \text{ (км/год)};$$

$$t_p = \frac{2,14}{22} = 0,10 \text{ (год)}.$$

Сумарні витрати часу на переміщення, год:

$$t = t_{\pi} + t_o + t_{\text{пр}} + t_p; \quad (2.21)$$

$$t = 0,14 + 0,23 + 0 + 0,10 = 0,47 \text{ год}.$$

Результати обчислень заносять в таблицю.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку показників маршрутної мережі.

Довжина мережі, км	$t_{\pi}$ , год	$t_o$ , год	$t_{\text{пр}}$ , год	$t_p$ , год	$t$ , год
94	0,14	0,23	0	0,10	0,47

На основі даних таблиці 2.1 на одному графіку будують залежності  $t_{\pi} = f(L_k)$ ,  $t_o = f(L_k)$ ,  $t_{\text{пр}} = f(L_k)$ ,  $t_p = f(L_k)$ ,  $t = f(L_k)$ .

Мінімальне значення  $t$  за графіком  $t = f(L_k)$  визначає оптимальну маршрутну мережу загальною довжиною  $L_{\text{опт}}$ . За допомогою залежностей (2.8) – (2.21) визначають основні оптимальні характеристики маршрутної мережі:  $k_{\text{пер}}$ ,  $k_M$ ,  $\sigma_{\text{ММ}}$ ,  $l_{\pi}$ ,  $l_C$ , при  $L_k = L_{\text{опт}}$ .

При  $L_{\text{опт}} =$  км,  $k_{\text{пер}} =$ ,  $k_M =$ ,  $\sigma_{\text{ММ}} =$  км/км<sup>2</sup>,  $l_{\pi} =$  км,  $l_C =$  км.

Середня добова рухомість населення, поїздок:

$$P_C = \frac{250 + 4 \times 10^{-4} \times N_{\text{Ж}}}{365}; \quad (2.22)$$

Мінімальний інтервал руху транспортних засобів на маршрутах визначається за умови забезпечення максимальної пропускної здатності зупинок при дотриманні графіку руху і приймається  $l_{\text{min}} = 2$  хвилини. Максимальний інтервал руху визначається нормативними документами, за якими при інтервалі більшому 15 хвилин необхідно використовувати розклад відправлень з зупинок, тому приймаємо  $l_{\text{max}} = 15$  хвилин. Середній інтервали руху транспортних засобів на маршрутах визначають з умови зразкового рівня обслуговування пасажирів,  $l_C = 5$  хвилин.

Середня місткість рухомого складу, пас. :

$$q = \frac{N_{\text{Ж}} \times \Pi_{\text{С}} \times l_{\text{с}} \times k_{\text{Н}} \times l_{\text{с}}}{2 \times \sigma_{\text{ММ}} \times S_{\text{М}} \times k_{\text{М}} \times T_{\text{Н}} \times \gamma}, \quad (2.23)$$

де  $k_{\text{Н}}$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність пасажиропотоку у часі ( $k_{\text{Н}} = 2,5 - 2,8$ );  $\gamma$  – середньодобовий коефіцієнт використання місткості рухомого складу ( $\gamma = 0,2 - 0,3$ );  $T_{\text{Н}}$  – час роботи транспорт на маршрутах міста ( $T_{\text{Н}} = 18$  год).

$$q = \frac{N_{\text{Ж}} \times \Pi_{\text{С}} \times l_{\text{с}} \times k_{\text{Н}} \times l_{\text{с}}}{2 \times \sigma_{\text{ММ}} \times S_{\text{М}} \times k_{\text{М}} \times T_{\text{Н}} \times \gamma},$$

Математичне очікування середньої добової потужності пасажиропотоку на маршрутах, пас. км/км:

$$A = \frac{N_{\text{Ж}} \times \Pi_{\text{С}} \times l_{\text{с}} \times l_{\text{с}}}{2 \times \sigma_{\text{ММ}} \times S_{\text{М}} \times k_{\text{М}} \times T_{\text{Н}}}; \quad (2.24)$$

$$A = \frac{N_{\text{Ж}} \times \Pi_{\text{С}} \times l_{\text{с}} \times l_{\text{с}}}{2 \times \sigma_{\text{ММ}} \times S_{\text{М}} \times k_{\text{М}} \times T_{\text{Н}}};$$



### 3. ВИБІР ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МАГІСТРАЛЬНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Обов'язковими елементами методики обґрунтування вибору транспортно-технологічної схеми доставки вантажів є: вирішення транспортної підготовки вантажів (використання засобів укрупнення вантажних місць), розгляд прямого (автомобільного) і змішаного (водно-автомобільного і залізнично-автомобільного) сполучень, вибір найліпшого виду сполучення, оптимізація обсягу поставки.

Середньорічний обсяг сировини, яку потребує завод, млн. т:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{(Q_{\text{min}} + Q_{\text{max}})}{2}; \quad (3.1)$$
$$Q_{\text{ср}} = \frac{(30+60)}{2} = 45 \text{ (млн. т)}.$$

Вихід готової продукції, млн. т:

$$Q_{\text{T}} = 0,3 \times Q_{\text{ср}}; \quad (3.2)$$
$$Q_{\text{T}} = 0,2 \times 45000000 = 13500000 \text{ (т)}.$$

Річна поставка вантажу в м. В, млн. т:

$$Q_{\text{T.В}} = Q_{\text{T}} \times 10\%; \quad (3.3)$$
$$Q_{\text{T.В}} = 13500000 \times 10\% = 1350000 \text{ (т)}.$$

Поставка вантажу на добу, т:

$$Q_{\text{Д}} = \frac{Q_{\text{T.В}}}{365}; \quad (3.4)$$
$$Q_{\text{Д}} = \frac{1350000}{365} = 3699 \text{ (т)}.$$

Обсяг вантажу, який прибуває на адресу одного споживача, т:

$$g = \frac{Q_{\text{Д}}}{N_0}; \quad (3.5)$$
$$g = \frac{3699}{13} = 284,5 \text{ (т)}.$$

Об'єм вантажного місця, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{ВМ}} = a \times b \times h; \quad (3.6)$$
$$V_{\text{ВМ}} = 0,3 \times 0,9 \times 0,15 = 0,04 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Кількість вантажних місць в поставці одному споживачу:

$$n_{\Gamma} = \frac{g}{g_m}; \quad (3.7)$$

$$n_{\Gamma} = \frac{284,5}{0,045} = 6322 \text{ (од)}.$$

Об'єм поставки вантажу одному споживачу, м<sup>3</sup>:

$$V_B = n_{\Gamma} \times V_{Bm}; \quad (3.8)$$

$$V_B = 6322 \times 0,04 = 253 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Тарно-штучний вантаж знаходиться на складі в не затареному виді. У зв'язку з великим об'ємом і малою масою доцільно використовувати ручне виконання вантажних робіт.

Для доставки вантажу в прямому автомобільному сполученні обираю автопоїзд у складі тягача КамАЗ-53212 і напівпричепу АУК-1,25 вантажопідйомністю 10 т, розміри автомобіля: 6180 мм×2500 мм×2830 мм, напівпричепу – 9640 мм×2500 мм×2030 мм.



КамАЗ-53212

3 тонный контейнер: размеры



Контейнер 3 тонны - размеры, габариты	внешние	внутренние
Длина, м	2,100	1,930
Ширина, м	1,325	1,225
Высота, м	2,400	2,090
Размеры дверного проема:		
Ширина, м	1,950	
Высота, м	2,100	
Весовые параметры:		
Вес контейнера, т	0,600	
Грузоподъемность, т	2,400	
Максимальная масса, т	3,000	
Объем контейнера (кубов м.)	4,9	

АУК-1,25

Кількість споживачів:

$$n = q_a / V_B; \quad (3.9)$$

$$n = \frac{10}{253} = 0,04 \text{ (споживачам)}.$$

Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності автопоїзду:

$$\gamma_{ст} = g \times \frac{n}{q_a} = 284,5 \times \frac{0,04}{10} = 1. \quad (3.10)$$

Вартість перевезення за покіломеровим тарифом одного відправлення:

$$B_a = (0,02 + 0,25 \times \exp(-0,5 q_a)) \times q_a \times L_a, \quad (3.11)$$

де  $q_a$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$L_a$  – відстань перевезень, км.

$$B_a = (0,02 + 0,25 \times \exp(0,5 \times 10)) \times 10 \times 270 = 3429 (\text{у. о.}).$$

Вартість автомобільного превезення (доставки) добової поставки товару з урахуванням зворонного рейсу:

$$B_{ад} = \frac{2Q_d}{g \times n} B_a; \quad (3.12)$$

$$B_{ад} = \frac{2 \times 3699}{284,5 \times 0,05} \times 3429 = 1784452 (\text{у. о.}).$$

Вартість автомобільного превезення вантажу за рік:

$$B_{ат} = 365 \times B_{ад}; \quad (3.13)$$

$$B_{ат} = 365 \times 1784452 = 651324980 (\text{у. о.}).$$

Час, що витрачається на доставку вантажу визначається, діб:

$$T_a = 1 + \frac{L_a}{400}; \quad (3.14)$$

$$T_a = 1 + \frac{270}{400} = 1,6 (\text{доби})$$

Вартість виконання вантажних робіт за рік:

$$B_{ввр} = \frac{365 \times Q_d \times B_{офа}}{g \times n}, \quad (3.15)$$

де  $B_{офа}$  – вартість оформлення однієї відправки у автомобільному сполученні

$B_{офа} = 50$  у. о.

$$B_{ввр} = \frac{365 \times 3699 \times 50}{284,5 \times 0,05} = 4745641,4 (\text{у. о.});$$

$$B_{офар} = B_{ввр} = 4745641,4 (\text{у. о.}).$$

Середня відстань перевезень у місті:

$$l_c = 0,5\sqrt{S_B}; \quad (3.16)$$

$$l_c = 0,5\sqrt{70} = 4,2 (\text{км}).$$

Середня відстань між вантажовласниками при їх рівномірному розміщенні по території міста:

$$l_{ск} = \frac{1,5\sqrt{S_B}}{N_0}; \quad (3.17)$$

$$l_{ск} = \frac{1,5\sqrt{70}}{13} = 0,969 \approx 1 (\text{км})$$

Так як за одну їздку вантаж доставляємо на адресу 2-х одержувачів, то відстань перевезень визначається:

$$l_{ac} = l_c = 4,2 \text{ (км)}.$$

Вартість перевезення за покілометровим тарифом одного відправлення:

$$B_{ам} = (0,02 + 0,25 \times \exp(-0,5 q_a)) \times q_a \times l_{ac}; \quad (3.18)$$

$$B_{ам} = (0,02 + 0,25 \times \exp(-0,5 \times 10)) \times 10 \times 4,2 = 52 \text{ (у. о.)}.$$

Вартість автомобільного перевезення добової поставки товару з урахуванням зворотного рейса:

$$B_{адм} = \frac{2 \times Q_d}{g \times n} \times B_{ам}; \quad (3.19)$$

$$B_{адм} = \frac{2 \times 3699}{284,5 \times 0,05} \times 52 = 27092 \text{ (у. о.)}.$$

Вартість автомобільного перевезення вантажу за рік:

$$B_{атм} = 365 \times B_{адм}; \quad (3.20)$$

$$B_{атм} = 365 \times 27092 = 9888580 \text{ (у. о.)}.$$

Загальні витрати на перевезення вантажу в прямому автомобільному сполученні:

$$B_a = B_{ат} + B_{ввр} + B_{офар} + B_{атм}; \quad (3.21)$$

$$B_a = 651324980 + 4745641,4 + 4745641,4 + 9888580 == 670704842,8 \text{ (у. о.)}.$$

Для перевезень у змішаному залізнично-автомобільному сполученні використовують залізничне маршрутне відправлення з використанням вагонів.

Вантажопідйомність платформи –  $q_B = 64$  т, внутрішні розміри –  $13,4 \times 2,75 \times 2,4$  м.

Автопоїздом обираємо: тягач КамАЗ-53212 і напівпричіп АУК-1,25.

Один вагон забезпечує:

$$n = q_B / V_B; \quad (3.22)$$

$$n = 64 / 253 = 0,25 \text{ (споживачів)}.$$

Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності вагону:

$$\gamma_B = \frac{g \times n}{q_B}; \quad (3.23)$$

$$\gamma_B = \frac{284,5 \times 0,25}{64} = 1,11.$$



При відправленні у складі 30 вагонів, періодичність відправлення складатиме 1 раз на 3 дні. Тоді обсяг партії відправлення складе:  
 $Q_{\Pi} = 189,6 \times 3 \times 30 = 17064$  (т).

Вартість перевезення одного відправлення визначається:

$$B_3 = \left( \frac{0,25 + 0,01 \times L_3(1 + \gamma_B)}{\gamma_B} + 2 \right) \left( 1 + \frac{7}{Q_{\Pi}^{0,5}} + 10 \exp(-0,05 \times Q_{\Pi}) \right) Q_{\Pi}, \quad (3.24)$$

де  $\gamma_B$  - коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності вагона (платформи) у завантаженому напрямку;

$Q_{\Pi}$  - обсяг партії відправлення, т;

$$B_3 = \left( \frac{0,25 + 0,01 \times 350(1 + 1,11)}{1,11} + 2 \right) \times \\ \times \left( 1 + \frac{7}{17064^{0,5}} + 10 \exp(0,05 \times 17064) \right) \times 17064 = 129695956 \text{ (у. о.)}.$$

Кількість відправлень за рік:

$$n_{\text{від}} = \frac{Q_{\text{т.в}}}{t \times Q_{\text{д}}} = \frac{1350000}{3 \times 3699} = 122 \text{ (відправлення)}. \quad (3.25)$$

Вартість залізничного перевезення вантажу за рік:

$$B_{\text{зр}} = B_3 \times n_{\text{від}}; \quad (3.26)$$

$$B_{\text{зр}} = 129695956 \times 122 = 15822906632 \text{ (у. о.)}$$

Вартість оформлення відправок за рік:

$$B_{\text{офар}} = n_{\text{від}} \times B_{\text{офз}}; \quad (3.27)$$

де  $B_{\text{офз}}$  – вартість оформлення відправки у залізничному сполученні  $B_{\text{офз}} = 200$  (у. о.);

$$B_{\text{офар}} = 122 \times 200 = 24400 \text{ (у. о.)}.$$

Відстань автомобільного перевезення у змішаному сполученні:

$$l_{\text{ад}} = l_3 + l_{\text{ас}}, \quad (3.28)$$

де  $l_{\text{ас}}$  – відстань, що проходить автомобіль в місті, км;

$$l_{\text{ад}} = 7 + 4,2 = 11,2 \text{ (км)}.$$

Вартість перевезення за по кілометровим тарифом одного відправлення:

$$B_{\text{ам}} = (0,02 + 0,25 \times \exp(-0,5 q_a)) \times q_a \times l_{\text{ад}}; \quad (3.29)$$

$$B_{\text{ам}} = (0,02 + 0,25 \times \exp(-0,5 \times 14,2)) \times 14,2 \times 11,2 = 282,3 \text{ (у. о.)}.$$

Вартість автомобільного перевезення добової поставки товару з урахуванням зворотного рейсу:

$$V_{\text{адм}} = \frac{2 \times 3699}{284,5 \times 0,05} \times 282,3 = 146796 \text{ (у. о.)}. \quad (3.30)$$

Вартість автомобільного перевезення вантажу за рік:

$$V_{\text{атм}} = 365 \times 146796 = 53580540 \text{ (у. о.)}. \quad (3.31)$$

Вартість виконання вантажних робіт за рік:

$$V_{\text{вврз}} = 2 \times V_{\text{ввр}}; \quad (3.32)$$

$$V_{\text{вврз}} = 2 \times 4745641,4 = 9491282,8 \text{ (у. о.)}.$$

Вартість зберігання вантажів на транспортному вузлі за рік:

$$V_{\text{зб}} = \frac{(0,01 + 0,25 \times q_m) \times 365 \times n_r \times N_o \times n_{\text{пл}}}{2}; \quad (3.33)$$

$$V_{\text{зб}} = \frac{(0,01 + 0,25 \times 0,045) \times 365 \times 6322 \times 13 \times 3}{2} =$$

$$= \frac{(0,00002 + 0,0005) \times 365 \times 6322 \times 13 \times 3}{2} = 956182,7 \text{ (у. о.)}.$$

Загальні витрати на перевезення вантажу у змішаному залізнично-автомобільному сполученні:

$$V_3 = V_{\text{зр}} + V_{\text{вврз}} + V_{\text{офар}} + V_{\text{атм}} + V_{\text{зб}}; \quad (3.34)$$

$$V_3 = 15822906632 + 9491282,8 + 24400 + 53580540 + 956182,7 =$$

$$= 15886959037,5 \text{ (у. о.)}.$$

Для перевезень у змішаному водно-автомобільному сполученні використовують судно вантажопідйомністю – 3000 т, загальний об'єм трюмів – 6 тис. м<sup>3</sup>. Автопоїзд: КамАЗ-5410 + ОДАЗ-9370.

Кількість контейнерів, які вміщує судно:

$$n_{\text{кон}} = V_{\text{тр}} / V_{\text{в}}; \quad (3.35)$$

$$n_{\text{кон}} = \frac{6000}{253} = 24 \text{ (од.)}.$$

Потреба підприємств в продукції:

$$t = \frac{24}{14,2} = 1,7 \text{ (діб)}. \quad (3.36)$$

Тоді обсяг відправлення складе:

$$g_c = 1.7 \times 253 = 430,1 \text{ (т)}. \quad (3.37)$$

Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності судна:

$$\gamma_{ст} = \frac{430,1}{3000} = 0,14. \quad (3.38)$$

Вартість перевезення одного відправлення визначається:

$$B_{\Pi} = \left( \frac{0,01 \times L_{\Pi} + 5,5}{\gamma_{ст}} \right) \left( 1 + \frac{500}{q_c} \right) \times g_c; \quad (3.39)$$

$$B_{\Pi} = \left( \frac{0,01 \times 280 + 5,5}{0,14} \right) \left( 1 + \frac{500}{3000} \right) \times 430,1 = 29536 \text{ (у. о.)}.$$

Кількість відправлень за рік:

$$n_{від} = \frac{Q_T}{N_0 \times \gamma_{ст} \times V_B}; \quad (3.40)$$

$$n_{від} = \frac{1350000}{13 \times 0,14 \times 253} = 2932 \text{ (відправлення)}.$$

Вартість водного перевезення вантажу за рік:

$$B_{ср} = B_{\Pi} \times n_{від} = 29536 \times 2932 = 86599552 \text{ (у. о.)} \quad (3.41)$$

Вартість оформлення відправок за рік:

$$B_{офар} = n_{від} \times B_{офз}, \quad (3.42)$$

де  $B_{офз}$  – вартість оформлення відправки у водному сполученні:  $B_{офз} = 200 \text{ у. о.}$

$$B_{офар} = 2932 \times 200 = 586400 \text{ (у. о.)}.$$

Вартість автомобільного перевезення вантажу за рік:

$$B_{атм} = 365 \times 146796 = 53580540 \text{ (у. о.)}. \quad (3.43)$$

Вартість виконання вантажних робіт за рік:

$$B_{вррс} = 2 \times 1350000 \times 11 = 29700000 \text{ (у. о.)}. \quad (3.44)$$

Вартість зберігання вантажів на транспортному вузлі за рік:

$$B_{зб} = \frac{(0,01 + 0,25 \times 0,045) \times 365 \times 6322 \times 13 \times 11}{2} = 1930364 \text{ (у. о.)}.$$

Загальні витрати на перевезення вантажу у змішаному водно-автомобільному сполученні:

$$B_з = B_{ср} + B_{вррс} + B_{офар} + B_{атм} + B_{зб}; \quad (3.45)$$

$$B_3 = 86599552 + 29700000 + 586400 + 53580540 + 1930364 =$$

$$= 171869096 \text{ (у. о.)}.$$

Результати обчислення за різними транспортно-технологічними схемами заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Структура витрат на доставку вантажу за транспортно-технологічними схемами

Вид сполучення	Автомобільне	Залізнично-автомобільне	Водно-автомобільне
Витрати на доставку у магістральному сполученні, у. о	1306379895	15822906632	86599552
Витрати на доставку автомобільним транспортом, у. о	20080840	53580540	53580540
Витрати на виконання вантажних робіт, у. о	4745641,4	9491282,8	29700000
Витрати на оформлення відправлень, у. о	4745641,4	24400	586400
Витрати на зберігання в транспортному вузлі, у. о	-	956182,7	1930364
Загальні витрати, у. о	1335952017,8	15886959037,5	171869096

З даних таблиці 3.1 видно, що найменші витрати досягаються при використанні водно-автомобільного сполучення,  $B_3 = 171869096$  (у. о.).

## ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ

Вантажна	Склад одержувача		Переміщення вантажу із кузову авто	Механізована, навантажувач	Вантажник, водій
Контроль но- облікова			Огляд вантажу і оформлення документів	Візуальна, засоби заводу	Водій, прийомоздат.
Транспор тна	Автотранс портне підприємст во		Технологічна перевірка		
			Перевезення вантажу	Механізоване, автомобіль	Водій
Вантажна	Склад заводу		Переміщення вантажу в кузов авто	Механізована, навантажувач	Вантажник, водій
Контроль но- облікова			Огляд вантажу і оформлення документів	Візуальна, засоби заводу	Водій ,прийомздатн ик
Вантажна			Формування ЗЗВМ	Ручна	Вантажник
Контроль но- облікова			Огляд продукції і оформлення документів	Візуальна, засоби заводу	Прийомозд атник
Операції	Місце знаходжен ня	Умове позначе ння	Зміст робіт в операції	Спосіб і засіб виконання операції	Професії виконавців
№	1	2	3	4	5



## ВИСНОВКИ

Взаємодія різних видів транспорту полягає в злагодженій та узгодженій роботі різних видів транспорту, що беруть участь в загальному перевізному процесі пасажирів і вантажів.

Для вибору транспортно-технологічної схеми доставки вантажів необхідно:

- визначити транспортну підготовку вантажів (використання засобів збільшення вантажного місця);
- розглянути пряме (автомобільне) і змішане (залізнично-автомобільне, водно-автомобільне) сполучення;
- обрати найліпший вид сполучень;
- оптимізувати обсяг поставки.

Під час написання курсового проекту було взято певний рухомий склад для виконання транспортної роботи.

В результаті проведених розрахунків (таблиця 3.1) можна побачити, що найбільш оптимальним з фінансової точки зору є водно-автомобільне сполучення, оскільки на доставку річного обсягу вантажу припадають мінімальні загальні витрати ( $B_3 = 171869096$  (у.о.) ).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правдин Н. В., Негрей В. Я., Подкопаев В. А. – Взаимодействие различных видов транспорта. – М. : Транспорт, 1989 г. – 208 с.
2. Правдин Н. В., Негрей В. Я. – Взаимодействие различных видов в транспортных узлах. – М. : Высшая школа, 1983 г. – 247 с.
3. Основы взаимодействий железных дорог с другими видами транспорта / Под. ред. Повороженко В. В. – м. : Транспорт, 1986 г. – 215 с.
4. Пиньковецкий С. У., Шишков В. И., Батаев В. А. – Организация работы транспорта в транспортных узлах. – М. : Транспорт, 1986 г. – 208 с.
5. Резер С. М. – Взаимодействие транспортных систем. – М. : Наука, 1985 г. – 246 с.
6. Области эффективного взаимодействия специальных и универсальных видов транспорта / Под. ред. Коновалова В. С. – М. : Транспорт, 1977 г. – 384 с.
7. Пассажирские автомобильные перевозки / Под. ред. Островского Н. Б. – М. : Транспорт, 1986 г. – 220