

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра будівельних, колійних та
вантажно-розвантажувальних машин**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни

«МЕТОДИ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ»

Харків – 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ 31 жовтня 2011 р., протокол № 2.

Наведено алгоритми розв'язання та чисельні приклади чотирьох практичних задач за темами, які передбачені робочою програмою навчального курсу «Методи транспортної логістики» для студентів спеціальності 8.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання» (магістри) усіх форм навчання.

Укладач

доц. Л.М. Козар

Рецензент

доц.. Є.В. Романович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни

«МЕТОДИ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ»

Відповідальний за випуск Козар Л.М.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 01.12.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Зміст

Вступ	4
.....	4
1 Прогнозування кількості контейнерів для клієнта з використанням рівняння тренда	4
.....	4
1.1 Постановка задачі ...	4
.....	4
1.2 Виведення рівняння тренда	5
.....	5
1.3 Побудова графіків і прогнозування кількості контейнерів.....	8
.....	8
2 Вибір перевізника методом інтегральної оцінки	9
.....	9
2.1 Постановка задачі ...	9
.....	9
2.2 Визначення оцінок кількісних критеріїв ...	10
.....	10
2.3 Визначення оцінок якісних критеріїв.....	12
2.4 Визначення інтегральних оцінок перевізників	14
.....	14
3 Визначення витрат на доставку різних вантажів у випадку їх спільного перевезення	16
.....	16
3.1 Постановка задачі ...	16
.....	16
3.2 Розрахунок транспортних витрат за допомогою коефіцієнта використання вантажопідйомності автомобіля	16
.....	16
4 Прийняття рішення щодо здійснення закупок у віддаленого постачальника	21
.....	21
4.1 Постановка задачі	21

4.2 Розрахунок частки додаткових витрат у питомій вартості вантажу ...	21
.....	
4.3 Побудова кривої вибору постачальника	23
4.4 Визначення доцільності закупівлі позицій асортименту у віддаленого постачальника	24
Список літератури	29

ВСТУП

Методичні вказівки розроблені для полегшення набуття практичних навичок магістрантами з прийняття логістичних рішень щодо взаємовідносин підприємства з партнерами з приводу транспортування вантажів.

Наведені алгоритми розрахунків і чисельні приклади дозволяють обґрунтувати відповіді на такі виробничі питання:

- який середньомісячний попит на контейнери буде у клієнта наступного року, якщо відомий його попит протягом останніх п'яти років?

- якому з трьох вантажоперевізників віддати перевагу, якщо експерти дали їм оцінки за кількісними та якісними критеріями?

- яка частка загальних транспортних витрат припадає на кожний вантаж, якщо в одному транспортному засобі їх перевозиться декілька видів?

- чи варто закуповувати окремі позиції асортименту товарів, якщо їх ціни привабливі, але постачальник територіально віддалений?

Дана розробка буде корисною на практичних аудиторних заняттях і для самостійного опанування курсу.

До кожної задачі подається таблиця індивідуальних даних за варіан-тами. Варіант вибирається студентом за порядковим номером у списку академічної групи.

Вітається розв'язання задач з використанням комп'ютерного програмного забезпечення, наприклад табличного процесора Microsoft Excel.

1 ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ КЛІЄНТА З ВИКОРИСТАННЯМ РІВНЯННЯ ТРЕНДА

1.1 Постановка задачі

Відомі статистичні дані про середню кількість контейнерів, що вивозяться протягом місяця одним із клієнтів автотранспортного підприємства, за останні п'ять років.

У задачі необхідно:

- за індивідуальним варіантом вихідних (статистичних) даних побудувати графік фактичної зміни середньомісячного попиту на контейнери у часі;
- побудувати лінію тренда (графік теоретичної зміни попиту на контейнери у часі);
- спрогнозувати середньомісячний попит клієнта на контейнери у наступному (шостому) році.

1.2 Виведення рівняння тренда

Розглянемо чисельний приклад за вихідними даними, що наведені у перших двох графах таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані та результати розрахунку сум для визначення коефіцієнтів рівняння тренда

Порядковий номер року i	Кількість контейнерів Q_i^{ϕ}	Результати розрахунків				
		i^2	i^3	i^4	$Q_i^{\phi} \cdot i$	$Q_i^{\phi} \cdot i^2$
1	6	1	1	1	6	6
2	5	4	8	16	10	20
3	3	9	27	81	9	27
4	6	16	64	256	24	96
5	8	25	125	625	40	200
$\Sigma i=15$	$\Sigma Q = 28$	$\Sigma i^2 = 55$	$\Sigma i^3 = 225$	$\Sigma i^4 = 979$	$\Sigma Qi = 89$	$\Sigma Qi^2 = 349$

У прогнозуванні існує поняття «Тренд» (від англ. trend – тенденція, напрямок), яке визначає основну тенденцію зміни часового ряду.

Використаємо рівняння тренда для нашої задачі:

$$Q_i = a_1 + a_2 \cdot i + a_3 \cdot i^2, \quad (1.1)$$

де Q_i – середньомісячна кількість контейнерів у розглядуваному i – му році, шт.;

a_1, a_2, a_3 – шукані коефіцієнти;

t_i – порядковий номер розглядуваного року.

Для визначення коефіцієнтів a_i скористаємося методом найменших квадратів:

$$a_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta_0}; \quad a_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta_0}; \quad a_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta_0}, \quad (1.2)$$

де $\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ – визначники 3-го порядку вигляду

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} N & \Sigma i & \Sigma i^2 \\ \Sigma i & \Sigma i^2 & \Sigma i^3 \\ \Sigma i^2 & \Sigma i^3 & \Sigma i^4 \end{vmatrix}; \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} \Sigma Q & \Sigma i & \Sigma i^2 \\ \Sigma Qi & \Sigma i^2 & \Sigma i^3 \\ \Sigma Qi^2 & \Sigma i^3 & \Sigma i^4 \end{vmatrix};$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} N & \Sigma Q & \Sigma i^2 \\ \Sigma i & \Sigma Qi & \Sigma i^3 \\ \Sigma i^2 & \Sigma Qi^2 & \Sigma i^4 \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} N & \Sigma i & \Sigma Q \\ \Sigma i & \Sigma i^2 & \Sigma Qi \\ \Sigma i^2 & \Sigma i^3 & \Sigma Qi^2 \end{vmatrix}, \quad (1.3)$$

де N – кількість точок динамічного ряду (кількість розглядуваних років без урахування прогнозованого), $N = 5$;

$\Sigma i, \Sigma i^2, \Sigma i^3, \Sigma i^4, \Sigma Q, \Sigma Qi, \Sigma Qi^2$ – підсумкові результати з таблиці 1.1.

Підставимо значення сум з останнього рядка таблиці 1.1 у вирази (1.3):

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} 5 & 15 & 55 \\ 15 & 55 & 225 \\ 55 & 225 & 979 \end{vmatrix}; \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} 28 & 15 & 55 \\ 89 & 55 & 225 \\ 349 & 225 & 979 \end{vmatrix};$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 5 & 28 & 55 \\ 15 & 89 & 225 \\ 55 & 349 & 979 \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} 5 & 15 & 28 \\ 15 & 55 & 89 \\ 55 & 225 & 349 \end{vmatrix}.$$

Для розрахунку величини визначника 3-го порядку скористаємося правилом Саррюса, згідно з яким до визначника припишемо два перших стовпці та знайдемо суму добутків елементів діагоналей. Присвоївши доданкам діагоналей, що проходять «зліва – вправо – вниз», знак «+», а «справа – вліво – вниз» — знак «-», отримаємо:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & a_{11} & a_{12} & a_{13} & | & a_{11} & a_{12} \\
 & a_{21} & a_{22} & a_{23} & | & a_{21} & a_{22} \\
 & a_{31} & a_{32} & a_{33} & | & a_{31} & a_{32} \\
 & - & - & - & & + & + & + \\
 \end{array} =$$

$$= a_{11} \cdot a_{22} \cdot a_{33} + a_{12} \cdot a_{23} \cdot a_{31} + a_{13} \cdot a_{21} \cdot a_{32} - a_{13} \cdot a_{22} \cdot a_{31} - a_{11} \cdot a_{23} \cdot a_{32} - a_{12} \cdot a_{22} \cdot a_{33}. \quad (1.4)$$

Розрахуємо значення визначника Δ_0 за формулою (1.4):

$$\begin{array}{ccccccc}
 & 5 & 15 & 55 & | & 5 & 15 \\
 & 15 & 55 & 225 & | & 15 & 55 \\
 & 55 & 225 & 979 & | & 55 & 225 \\
 & - & - & - & & + & + & + \\
 \end{array} =$$

$$= 5 \cdot 55 \cdot 979 + 15 \cdot 225 \cdot 55 + 55 \cdot 15 \cdot 225 - 55 \cdot 55 \cdot 55 - 5 \cdot 225 \cdot 225 - 15 \cdot 15 \cdot 979 = 700.$$

Виконавши аналогічні розрахунки, отримаємо

$$\Delta_1 = 6720; \quad \Delta_2 = -2950; \quad \Delta_3 = 550.$$

Шукані коефіцієнти за формулою (1.2):

$$a_1 = \frac{6720}{700} = 9,60; \quad a_2 = \frac{-2950}{700} = -4,21; \quad a_3 = \frac{550}{700} = 0,79.$$

Таким чином, рівняння тренда (1.1) запишемо у вигляді

$$Q_i = 9,6 - 4,21 \cdot i + 0,79 \cdot i^2. \quad (1.5)$$

1.3 Побудова графіків і прогнозування кількості контейнерів

Для наочності спочатку побудуємо та з'єднаємо точки, які відповідають середньомісячній кількості контейнерів за останні п'ять років (вихідні дані), а потім, підставивши по чергово у рівняння (1.5) значення $i = 1, 2, \dots, 6$, отримаємо координати точок для побудови лінії тренда (рисунок 1.1). Для шостого року ордината лінії тренда $Q_6 = 12,6$. З округленням приймаємо кількість контейнерів у прогнозованому році — 13 шт.

Висновок. За результатами розрахунків прогнозується, що у наступному році клієнтом буде вивезено 13 контейнерів.

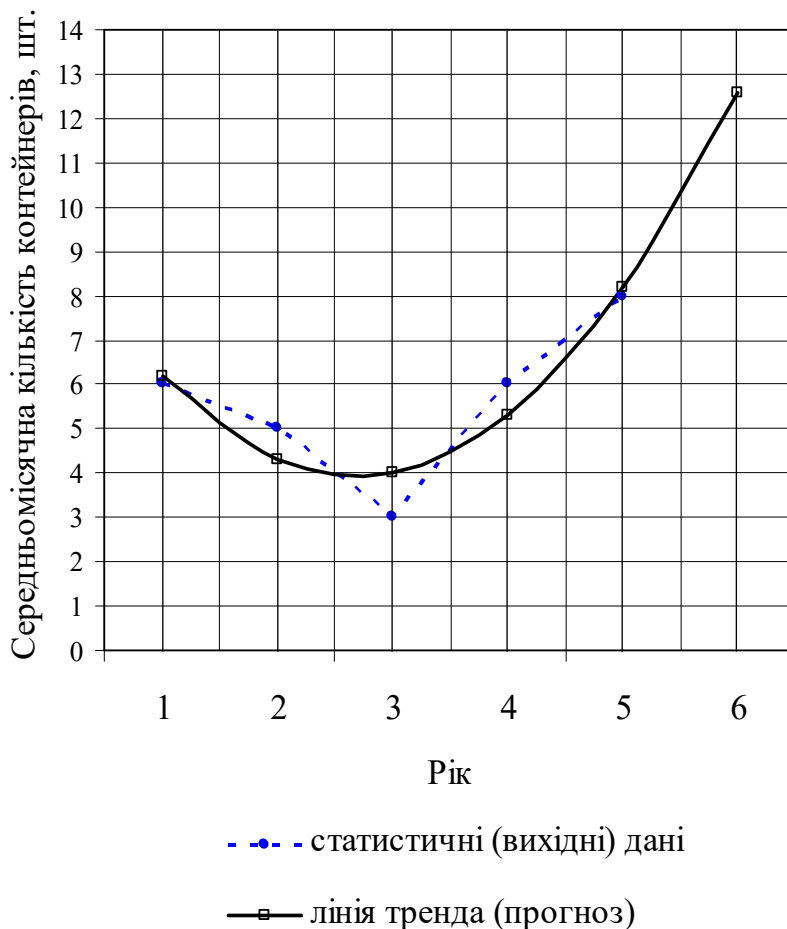


Рисунок 1.1 – Динаміка середньомісячного попиту на контейнери

Індивідуальні вихідні дані по варіантах для розв'язання задачі наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Індивідуальні вихідні дані до задачі з прогнозування кількості контейнерів

Варіант	Середньомісячна кількість контейнерів по роках Q_i^{Φ} , шт.					Варіант	Середньомісячна кількість контейнерів по роках Q_i^{Φ} , шт.				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	8	7	10	8	11	11	5	4	6	7	6
2	9	9	12	10	11	12	10	8	8	10	11
3	12	10	9	9	11	13	8	7	7	9	9
4	11	10	10	9	11	14	6	5	4	6	4
5	6	8	7	7	9	15	7	6	4	4	5
6	9	12	11	9	10	16	11	12	10	9	10
7	15	14	16	14	15	17	9	12	10	11	11
8	12	14	16	15	14	18	6	7	8	8	7
9	10	10	12	11	11	19	5	7	5	4	5
10	8	7	8	9	7	20	12	15	15	12	14

2 ВИБІР ПЕРЕВІЗНИКА МЕТОДОМ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ОЦІНКИ

2.1 Постановка задачі

Відомі оцінки, які дали експерти трьом посередникам (перевізникам) А, В, С за певними критеріями (показниками (таблиця 2.1)). Показники з 1-го по 4-й (надійність, тариф, загальний час доставки, фінансова стабільність) є кількісними, а з 5-го по 8-й (частота сервісу, схоронність вантажу, кваліфікація персоналу, готовність до переговорів) — якісними. Для оцінок якісних показників уведені скорочення:

- в. – відмінно;
- д.д. – дуже добре;
- д. – добре;
- з. – задовільно.

Таблиця 2.1 – Показники (критерії) для оцінки перевізника

Критерій	Ранг критерію	Оцінка		
		Фірма А	Фірма В	Фірма С
1 Надійність ¹⁾	1	0,84	0,85	0,95
2 Тариф, грн/км	2	0,75	0,8	0,82
3 Загальний час доставки ²⁾ , %	4	20	10	15
4 Фінансова стабільність ³⁾	6	6	8	7
5 Частота сервісу	7	д.	д.д.	з.
6 Схоронність вантажу	3	д.д.	з.	в.
7 Кваліфікація персоналу	5	д.д.	в.	д.
8 Готовність до переговорів ⁴⁾	8	д.д.	д.	д.

Примітки 1) Імовірність доставки «точно в строк».
2) Можливе відхилення від планової тривалості перевезення, %.
3) Умовна оцінка за 10-бальною шкалою.
4) Маються на увазі переговори про зміну тарифу

Кожному показнику (критерію) відповідає ранг i – порядковий номер у ряду розміщення показників від найбільш значущого до найменш значущого (визначається експертами для конкретних виробничих умов):

$$i = 1, 2, \dots, N, \quad (2.1)$$

де N – кількість урахованих показників, у нашому прикладі $N = 8$.

У задачі необхідно за індивідуальним варіантом вихідних даних вибрати одного з трьох запропонованих вантажоперевізників, використавши метод інтегральної оцінки.

2.2 Визначення оцінок кількісних критеріїв

Слід урахувати, що прийняті показники мають різну значущість у загальній характеристиці посередника, тому введемо коефіцієнт вагомості W_i . Він показує, яка частка припадає на кожного з показників за умови, що сума часток (з похибкою округлення) дорівнює 1 $\left(\sum_{i=1}^N W_i = 1\right)$.

Ваговий коефіцієнт i -го показника для експоненціальної залежності

$$W_i = \Delta_x \cdot e^{-x_i}, \quad (2.2)$$

де Δ_x – інтервал, що розраховується з урахуванням кількості показників i розмаху значень x , приймемо $\Delta_x = 0,5$;
 e – основа натурального логарифму, $e = 2,718$;
 x_i – середина i -го інтервалу,

$$x_i = \frac{\Delta_x}{2} + \Delta_x \cdot (i-1). \quad (2.3)$$

Для прикладу за формулами (2.2), (2.3) визначимо ваговий коефіцієнт критерію «загальний час доставки», для якого ранг $i = 4$ (таблиця 2.1):

$$x_4 = \frac{0,5}{2} + 0,5 \cdot (4-1) = 1,75;$$

$$W_4 = 0,5 \cdot 2,718^{-1,75} = 0,087.$$

Виконавши аналогічні розрахунки, знаходимо вагові коефіцієнти для решти кількісних критеріїв і заносимо їх до таблиці 2.2.

Для кожного параметра визначається еталон — максимальне або мінімальне (найкраще з точки зору впливу на загальну оцінку) значення показника серед пропонованих перевізників.

Якщо за еталон прийнято найбільше значення, то значення показника кожного перевізника ділиться на нього. Наприклад, щодо показника «надійність» (таблиця 2.1) еталоном буде значення для фірми С (0,95 max).

Таблиця 2.2 – Розрахунок кількісних оцінок показників

Критерій	Ваговий коефіцієнт W_i	Еталон	Оцінка ¹⁾		
			Фірма А	Фірма В	Фірма С
Надійність	0,389	0,95 max	$\frac{0,88}{0,328}$	$\frac{0,89}{0,347}$	$\frac{1}{0,390}$
Тариф, грн/км	0,236	0,75 min	$\frac{1}{0,236}$	$\frac{0,94}{0,222}$	$\frac{0,91}{0,215}$
Загальний час доставки, %	0,087	10 min	$\frac{0,5}{0,044}$	$\frac{1,0}{0,087}$	$\frac{0,67}{0,058}$
Фінансова стабільність	0,032	8,0 max	$\frac{0,75}{0,024}$	$\frac{1,0}{0,032}$	$\frac{0,88}{0,028}$
Сумарна кількісна оцінка з урахуванням W_i			0,632	0,688	0,691
Примітка ¹⁾ У чисельнику — оцінки, розраховані з урахуванням еталонних значень; у знаменнику — те саме з урахуванням вагових коефіцієнтів					

Тоді, розділивши значення показників на еталон, будемо мати оцінки: фірма А: $0,84/0,95=0,88$; фірма В: $0,85/0,95 = 0,89$; фірма С: $0,95/0,95 = 1$.

Якщо за еталон прийнято найменше значення, то воно ділиться на значення показника для кожного перевізника. Наприклад, щодо показника «загальний час доставки» (таблиця 2.1) еталоном буде значення для фірми В (10 min). Тоді, розділивши еталон на значення показників, отримаємо: фірма А: $10/20 = 0,5$; фірма В: $10/10 = 1$; фірма С: $10/15 = 0,67$. Отримані оцінки заносимо у таблицю 2.2 (чисельники).

Визначаємо оцінки з урахуванням вагових коефіцієнтів. Наприклад, для показника «загальний час доставки»: фірма А: $0,5 \cdot 0,087 = 0,044$; фірма В: $1 \cdot 0,087 = 0,087$; фірма С: $10/15 = 0,67$. Отримані оцінки заносимо у таблицю 2.2 (знаменники). Складаємо їх для кожної фірми та сумарні оцінки заносимо в останній рядок таблиці 2.2.

2.3 Визначення оцінок якісних критеріїв

За аналогією з попереднім підрозділом визначимо вагові коефіцієнти для якісних критеріїв за формулами (2.2), (2.3).

Наприклад, для критерію «частота сервісу» (за таблицею 2.1 ранг $i = 7$):

$$x_7 = \frac{0,5}{2} + 0,5 \cdot (7 - 1) = 3,25;$$

$$W_7 = 0,5 \cdot 2,718^{-3,25} = 0,019.$$

Виконавши аналогічні розрахунки, знаходимо вагові коефіцієнти для решти критеріїв і заносимо їх до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок якісних оцінок показників

Критерій	Ваговий коефіцієнт W_i	Оцінка ¹⁾		
		Фірма А	Фірма В	Фірма С
Частота сервісу	0,019	$\frac{0,783}{0,015}$	$\frac{0,912}{0,017}$	$\frac{0,530}{0,010}$
Схоронність вантажу	0,143	$\frac{0,912}{0,130}$	$\frac{0,530}{0,076}$	$\frac{0,976}{0,140}$
Кваліфікація персоналу	0,053	$\frac{0,912}{0,048}$	$\frac{0,976}{0,052}$	$\frac{0,783}{0,041}$
Готовність до переговорів	0,012	$\frac{0,912}{0,011}$	$\frac{0,783}{0,009}$	$\frac{0,783}{0,009}$
Сумарна якісна оцінка з урахуванням W_i		0,204	0,154	0,200
Примітка. ¹⁾ У чисельнику — оцінки на шкалі бажаності; у знаменнику — те саме з урахуванням вагових коефіцієнтів				

Для розрахунку якісних оцінок зазвичай використовується функція бажаності у вигляді експоненціальної залежності:

$$a_i = e^{(-e^{-y_i})}, \quad (2.4)$$

де y_i — значення i -го параметра на кодованій шкалі ($y_i = 0, 1, \dots, 4$).

Для зручності в таблиці 2.4 наведені готові граничні і середні значення функції бажаності, розраховані за формулою (2.4).

Таблиця 2.4 – Відповідність якісних оцінок стандартним оцінкам на шкалі бажаності

Інтервал на кодованій шкалі	Якісна оцінка	Оцінка на шкалі бажаності	
		Діапазон	Середнє значення
більше 3 до 4	відмінно (в.)	більше 0,951 до 1	0,976
більше 2 до 3	дуже добре (д.д.)	більше 0,873 до 0,951	0,912
більше 1 до 2	добре (д.)	більше 0,692 до 0,873	0,783
від 0 до 1	задовільно (з.)	більше 0,368 до 0,692	0,530

Наприклад, показник «частота сервісу» експерти оцінили так (таблиця 2.1): фірма А – «добре» (д.); фірма В – «дуже добре» (д.д.); фірма С – «задовільно» (з.). Згідно з таблицею 2.4 цим оцінкам відповідають середні значення оцінок на шкалі бажаності: фірма А: 0,783; фірма В: 0,912; фірма С: 0,530. Заносимо ці значення у таблицю 2.3 (чисельники).

Помноживши оцінки на коефіцієнт вагомості, отримаємо: фірма А: $0,783 \cdot 0,019 = 0,015$; фірма В: $0,912 \cdot 0,019 = 0,017$; фірма С: $0,530 \cdot 0,019 = 0,01$. Результати заносимо у знаменники таблиці 2.3, а підсумувавши їх для кожного перевізника сумарні, заповнюємо останній рядок таблиці.

2.4 Визначення інтегральних оцінок перевізників

Інтегральні оцінки знайдемо, склавши сумарну кількісну оцінку (останній рядок таблиці 2.2) і сумарну якісну оцінку (останній рядок таблиці 2.3) для кожного з перевізників: фірма А: $0,632 + 0,204 = 0,836$; фірма В: $0,688 + 0,154 = 0,842$; фірма С: $0,691 + 0,200 = 0,891$.

Висновок У якості партнера обираємо фірму С з найвищою інтегральною оцінкою (0,891).

Індивідуальні вихідні дані по варіантах для розв'язання задачі наведені у таблиці 2.5.

**3 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ НА ДОСТАВКУ РІЗНИХ
ВАНТАЖІВ У ВИПАДКУ ЇХ СПІЛЬНОГО
ПЕРЕВЕЗЕННЯ**

3.1 Постановка задачі

Розв'язання низки логістичних задач потребує правильної оцінки витрат на транспортування продукції. Процедура розрахунку цих витрат дещо ускладнюється у випадку, коли, наприклад, в одному автомобілі перевозиться декілька видів вантажу.

Відомі характеристики транспортування двох видів товарів зі складу до магазину в одному автомобілі (таблиця 3.1, для чисельного прикладу).

У задачі необхідно за індивідуальним варіантом вихідних даних розрахувати витрати, що припадають окремо на перевезення кожного з вантажів

Таблиця 3.1 – Характеристика транспортування

Автомобіль		Вантаж				Транспортні витрати и С _{тр.Σ} , грн
Вантажопідйомність Q _{ном} , т	Вантажомісткість V _{ном} , м ³	Печиво		Напої		
		Маса M _{ф.1} , т	Об'єм V _{ф.1} , м ³	Маса M _{ф.2} , т	Об'єм V _{ф.2} , м ³	
20	80	14	70	5	10	4000

3.2 Розрахунок транспортних витрат за допомогою коефіцієнта використання вантажопідйомності автомобіля

Розрахункова маса відправки і-го вантажу

$$M_{p.i} = \frac{M_{ф.i}}{K_{в.в.с.i}}, \quad (3.1)$$

де $M_{ф.i}$ – фактична маса відправки даного товару (вихідні дані), т;
 $K_{в.в.с.i}$ – статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля для даного вантажу,

$$K_{\text{в.в.с.і}} = \frac{M_{\text{max.і}}}{Q_{\text{ном}}}, \quad (3.2)$$

де $M_{\text{max.і}}$ – максимальна маса даного товару, яку можливо завантажити в автомобіль, т;
 $Q_{\text{ном}}$ – номінальна вантажопідйомність автомобіля (вихідні дані), т.

Для знаходження $M_{\text{max.і}}$ треба перевірити умову

$$\rho_i \cdot V_{\text{ном}} \leq Q_{\text{ном}}, \quad (3.3)$$

де ρ_i – густина (маса 1 м³) вантажу, т/м³;
 $V_{\text{ном}}$ – номінальна вантажомісткість автомобіля (вихідні дані), м³;
 $Q_{\text{ном}}$ – номінальна вантажопідйомність автомобіля (вихідні дані), т;

$$\rho_i = \frac{M_{\text{ф.і}}}{V_{\text{ф.і}}}, \quad (3.4)$$

де $V_{\text{ф.і}}$ – фактичний об'єм відправки даного товару (вихідні дані), м³.

Якщо умова (3.3) виконується, приймаємо

$$M_{\text{max.і}} = \rho_i \cdot V_{\text{ном}}, \quad (3.5)$$

а якщо умова (3.3) не виконується, приймаємо

$$M_{\text{max.і}} = Q_{\text{ном}}. \quad (3.6)$$

Використовуючи вирази (3.3) – (3.6), знайдемо $M_{\text{max.і}}$ для розглядуваних у чисельному прикладі вантажів (таблиця 3.1).

Печиво:

$$\rho_1 = \frac{14}{70} = 0,2 \text{ т/м}^3;$$

$$\rho_1 \cdot V_{\text{ном}} = 0,2 \cdot 80 = 16 \text{ т.}$$

Умова (3.3) виконується ($16 < 20$), отже приймаємо $M_{\max.1} = 16$ т.

Напої:

$$\rho_2 = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ т/м}^3;$$

$$\rho_2 \cdot V_{\text{ном}} = 0,5 \cdot 80 = 40 \text{ т.}$$

Умова (3.3) не виконується ($40 > 20$), отже приймаємо $M_{\max.2} = 20$ т.

Статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля за формулою (3.2) для печива і напоїв відповідно:

$$K_{\text{в.в.с.1}} = \frac{16}{20} = 0,8; \quad K_{\text{в.в.с.2}} = \frac{20}{20} = 1.$$

Розрахункова маса відправки за формулою (3.1):

$$M_{\text{п.1}} = \frac{14}{0,8} = 17,5 \text{ т}; \quad M_{\text{п.2}} = \frac{5}{1} = 5 \text{ т.}$$

Припустимо, що сумарна розрахункова маса перевезеного вантажу, т,

$$M_{\text{п.}\Sigma} = \sum_{i=1}^N M_{\text{п.}i}, \quad (3.7)$$

де N – кількість перевезених найменувань товару, для нашого прикладу $N=2$;

$$M_{\text{п.}\Sigma} = 17,5 + 5 = 22,5 \text{ т.}$$

Показник «розрахункова маса відправки» враховує як характеристику маси вантажу, так і характеристику його об'єму. Це дозволяє скласти пропорцію

$$\frac{C_{\text{тр.}\Sigma}}{M_{\text{п.}\Sigma}} = \frac{C_{\text{тр.}i}}{M_{\text{п.}i}}, \quad (3.8)$$

де $C_{\text{тр.}\Sigma}$ – сумарні витрати, пов’язані зі спільним транспортуванням вантажів усіх найменувань (вихідні дані), $C_{\text{тр.}\Sigma} = 4000$ грн (таблиця 3.1).

З пропорції (3.8) знайдемо витрати, що падають на перевезення і-го вантажу, грн,

$$C_{\text{тр.}i} = \frac{C_{\text{тр.}\Sigma} \cdot M_{p.i}}{M_{p.\Sigma}} \cdot \quad (3.9)$$

Отже, шукані транспортні витрати за формулою (3.9) для печива і напоїв відповідно:

$$C_{\text{тр.}1} = \frac{4000 \cdot 17,5}{22,5} = 3111 \text{ грн}; \quad C_{\text{тр.}2} = \frac{4000 \cdot 5}{22,5} = 889 \text{ грн.}$$

Висновок. Із загальних транспортних витрат у розмірі 4000 грн на перевезення печива припадає 3411 грн, а на перевезення напоїв — 899 грн.

Індивідуальні вихідні дані по варіантах для розв’язання задачі наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Індивідуальні вихідні дані до задачі з визначення витрат на доставку різних вантажів у випадку їх спільного перевезення

Варіант	Автомобіль		Вантаж 1			Вантаж 2			Витрати $C_{\text{тр.}\Sigma}$, грн
	$Q_{\text{ном}}$, т	$V_{\text{ном}}$, м ³	Назва	$M_{\text{ф.}1}$, т	$V_{\text{ф.}1}$, м ³	Назва	$M_{\text{ф.}2}$, т	$V_{\text{ф.}2}$, м ³	
1	20	82	цемент	11	4	мінвата	3	72	3000

2	16	55	плитка керамічна	6	4	труби ПВХ	3	45	3500
3	24	90	фарба	8	12	фриз декор.	2	70	4000
4	15	46	гіпсокартон	5	7	шпалери	8	34	4500
5	24	85	панелі MDF	10	4	пінополіурета н	4	78	5000
6	20	87	плита OSB	7	12	утеплювач	1	72	3000
7	24	96	труби поліпроп.	4	15	пінополістиро л	2	79	3500
8	22	82	провід електрич.	5	4	світильники	8	75	4000
9	20	120	панелі ПВХ	6	17	мінвата	4	100	4500
10	22	68	фарба	8	12	шпалери	12	50	5000
11	20	97	фітинги	7	4	труби ПВХ	4	70	3000
12	20	120	плитка керамічна	9	6	пінополістиро л	2,5	100	3500
13	15	46	плита OSB	4	7	фриз декор.	1	35	4000
14	24	85	гіпсокартон	8	10	пінополіурета н	4	70	4500
15	20	87	пиломатеріал и	6	9	утеплювач	1	75	5000
16	24	96	фарба	5	8	мінвата	3	85	3000
17	15	46	цемент	6	2	утеплювач	0,75	40	3500
18	16	55	провід електрич.	3	2	світильники	5	50	4000
19	22	82	труби поліпроп.	6	23	шпалери	16	50	4500
20	24	90	пиломатеріал и	9	14	утеплювач	1	70	5000

4 ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ЗДІЙСНЕННЯ ЗАКУПОК У ВІДДАЛЕНОГО ПОСТАЧАЛЬНИКА

4.1 Постановка задачі

Згідно з логістичною концепцією повної вартості [1], крім видимої частини додаткових витрат (транспортний тариф) на закупівлю товарів у територіально віддаленого постачальника, треба враховувати приховані витрати на запаси у дорозі та страхові запаси, плату за експедирування тощо. Виберемо таку одиницю товару, тарифна вартість якої була б однаковою для усіх товарних груп. Найзручніше за таку одиницю прийняти 1 м^3 .

Відомі оптові ціни асортименту товарів у віддаленому місті N та умови щодо додаткових витрат на доставку 1 м^3 у місцеву фірму M.

У задачі необхідно:

- за індивідуальним варіантом вихідних даних побудувати графік залежності частки додаткових витрат на доставку 1 м^3 товару з міста N до фірми M від питомої вартості вантажу;
- користуючись побудованим графіком, визначити доцільність закупівлі тих чи інших позицій асортименту фірмою M у постачальника з міста N.

4.2 Розрахунок частки додаткових витрат у питомій вартості вантажу

Розглянемо чисельний приклад за вихідними даними, наведеними у таблиці 4.1 та у графах 1 – 4 таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Характеристика транспортування

Термін доставки, діб	Транспортний тариф, грн/ м^3	Витрати на запаси в дорозі, % на 1 добу	Витрати на страхові запаси, % на 1 добу	Витрати на експедирування, %	Витрати на ручне розвантаження, грн/ м^3
10	600	0,1	0,05	2	40

Таблиця 4.2 – Характеристика асортименту, за яким розглядається питання про закупівлю товару у віддаленого постачальника

Найменування товарної групи	Вартість вантажу у місті N, грн/м ³	Оптова ціна		Різниця в ціні, %	Висновок про доцільність закупівлі
		у місті N	місцева		
Фарба водоемульсійна	11100	15 грн/кг	17 грн/кг	13,3	так
Цемент	3000	980 грн/т	1150 грн/т	17,3	ні
Плитка керамічна	6800	48 грн/м ²	55 грн/м ²	14,6	так

Розрахунок витрат виконаємо за формою таблиці 4.3. Значення закупівельної вартості (граф 1) приймемо у діапазоні від 1000 до 40000 грн/м³ для 10 умовних товарних груп (10 рядків таблиці). Решту граф таблиці 4.3 заповнимо виходячи з таких умов щодо додаткових витрат на доставку 1 м³ від постачальника з міста N у місцеву фірму M:

1) тарифна вартість транспортування вантажу з міста N до фірми M (граф 2) є однаковою для усіх товарних груп (беремо з графи 2 таблиці 4.1);

Таблиця 4.3 – Розрахунок додаткових витрат у питомій вартості вантажу

Закупівельна вартість, грн/м ³	Додаткові витрати на доставку вантажу з міста N, грн/м ³						Частка додаткових витрат, %
	Транспортний тариф	На запаси в дорозі	На страхові запаси	На експедирування	На ручне розвантаження	Разом	
1000	600	10	5	20	40	675	67,5
2000	600	20	10	40	40	710	35,5
4000	600	40	20	80	40	780	19,5
6000	600	60	30	120	40	850	14,2
8000	600	80	40	160	40	920	11,5
10000	600	100	50	200	40	900	9,0
14000	600	140	70	280	40	1130	8,1
20000	600	200	100	400	40	1340	6,7
30000	600	300	150	600	40	1690	5,6
40000	600	400	200	800	40	2040	5,1

2) для визначення витрат на запаси у дорозі (граф 3) і страхових запасів (граф 4) треба закупівельну вартість (граф 1)

поділити на 100, помножити на заданий добовий відсоток (графи 3 і 4 таблиці 4.1) і помножити на термін доставки (графа 1 таблиці 4.1). Наприклад, для першого рядка таблиці 4.3 витрати на запаси в дорозі: $(1000/100) \cdot 0,1 \cdot 10 = 10$ грн/м³; витрати на страхові запаси: $(1000/100) \cdot 0,05 \cdot 10 = 5$ грн/м³;

3) витрати на експедирування (графа 5), яке здійснюється силами перевізника, приймаються у відсотках (графа 5 таблиці 4.1) від вартості вантажу (графа 1 таблиці 4.3). Наприклад, для першого рядка таблиці 4.3 ці витрати складуть: $(1000/100) \cdot 2 = 20$ грн/м³;

4) графу 6 заповнюємо виходячи з того, що вантажі від місцевих постачальників пакетовані на піддонах і підлягають механізованому вивантаженню, а вантажі від постачальника з міста N необхідно розвантажувати вручну, що призводить до збільшення вартості на задану величину, яка є однаковою для усіх товарних груп (у нашому прикладі 40 грн/м³ – графа 6 таблиці 4.1);

5) у графу 7 заносимо суму усіх додаткових витрат (графи 2 – 6);

6) частку додаткових витрат на доставку 1 м³ вантажу у вартості цього вантажу (графа 8) знайдемо, розділивши сумарні додаткові витрати (графа 7) на закупівельну вартість товару (графа 1) і помноживши результат на 100. Наприклад, для першого рядка таблиці 4.3 частка додаткових витрат: $(675/1000) \cdot 100 = 67,5$ %.

Розрахунки здійснюємо на комп'ютері з використанням табличного процесора Microsoft Excel.

4.3 Побудова кривої вибору постачальника

Графік залежності частки додаткових витрат на доставку 1 м³ товару з міста N до фірми M від питомої вартості вантажу (крива вибору постачальника) будуємо у прямокутній системі координат. По осі абсцис відкладаємо закупівельну вартість вантажу, грн/м³, а по осі ординат — частку додаткових витрат у вартості 1 м³ вантажу, % (рисунок 4.1).

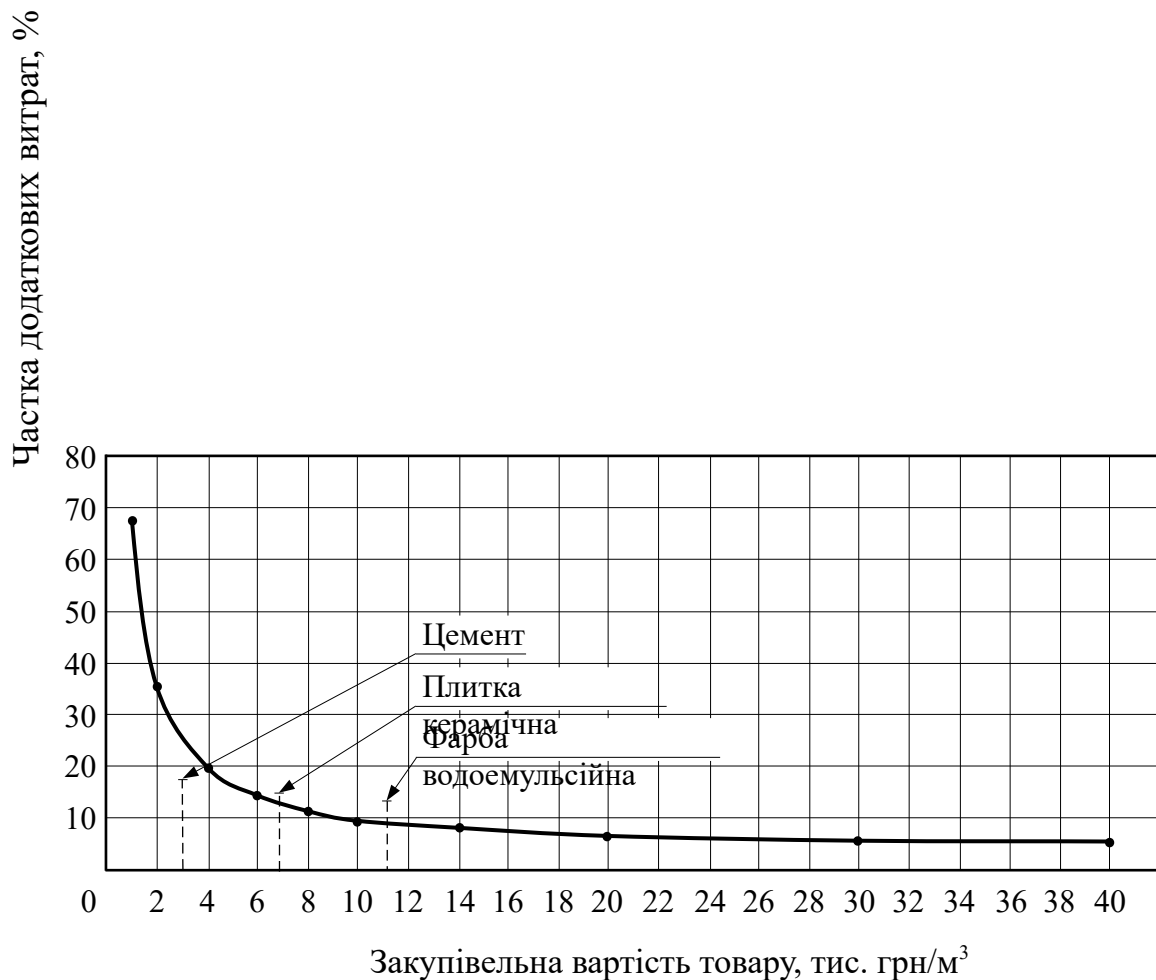


Рисунок 4.1 – Крива вибору постачальника

4.4 Визначення доцільності закупівлі позицій асортименту у віддаленого постачальника

Доцільність закупівлі позицій асортименту фірмою М у місті N за допомогою побудованого графіка визначаємо у такій послідовності:

1) розраховуємо у відсотках різницю між цінами у місцевого і віддаленого постачальників, прийнявши за 100 % вартість у місті N. Наприклад для фарби водоемульсійної: $(17-15) \cdot 100/15 = 13,3 \%$. Результати заносимо у графу 5 таблиці 4.2;

2) відмічаємо на осі абсцис графіка (рисунок 4.1) точку, яка відповідає вартості 1 м³ вантажу у місті N (графа 2 таблиці 4.2), і проводимо з цієї точки перпендикуляр довжиною, що дорівнює

різниці в цінах, вираженій у відсотках (графа 5 таблиці 4.2);

3) якщо кінець перпендикуляра знаходиться вище кривої вибору постачальника, то робимо висновок про доцільність закупівлі у місті N, якщо нижче — товар слід закупати у місцевого постачальника.

Висновок. З використанням побудованої кривої вибору постачальника визначено, що економічно доцільніше водоемульсійну фарбу і керамічну плитку закуповувати у віддаленого постачальника, а цемент — у місцевого.

Індивідуальні вихідні дані по варіантах для розв'язання задачі наведені у таблицях 4.4 та 4.5.

Таблиця 4.4 – Індивідуальні вихідні дані щодо характеристики транспортування вантажу від віддаленого постачальника

Варіант	Термін доставки, діб	Транспортний тариф, грн/м ³	Витрати на запаси в дорозі, % на 1 добу	Витрати на страхові запаси, % на 1 добу	Витрати на експедирування, %	Витрати на ручне розвантаження, грн/м ³
1	5	500	0,07	0,04	2	30
2	6	550	0,08	0,03	2,2	35
3	8	600	0,09	0,05	1,8	40
4	4	400	0,06	0,02	2,3	45
5	7	650	0,11	0,06	2,4	50
6	4	550	0,1	0,05	2,5	55
7	5	400	0,09	0,06	1,5	40
8	3	450	0,05	0,04	3	35
9	6	500	0,12	0,07	2,6	50
10	7	550	0,07	0,04	1,8	45
11	4	450	0,08	0,06	2	35
12	3	400	0,08	0,07	2,5	40
13	7	600	0,09	0,02	2,1	30
14	5	450	0,1	0,03	1,7	35
15	8	500	0,14	0,04	2	50
16	5	550	0,11	0,07	1,9	45
17	3	350	0,05	0,04	2,3	55
18	6	600	0,1	0,05	3	40
19	7	700	0,02	0,03	2	35
20	4	500	0,09	0,04	1,8	50

Таблиця 4.5 – Індивідуальні вихідні дані щодо асортименту, який можна закупити у віддаленого постачальника

Варіант	Найменування товарної групи	Вартість вантажу у місті N, грн/м ³	Оптова ціна	
			у місті N	місцева
1	2	3	4	5
1	Арматура	35000	3,5 грн/м	3,8 грн/м
	Фанера	5400	50 грн/лист	54 грн/лист
	Цемент	3250	1100 грн/т	1250 грн/т
2	Гіпсокартон	1600	20 грн/м ²	24 грн/м ²
	Фарба ПФ-115	10500	20 грн/кг	22 грн/м ²
	Панелі ПВХ	5600	45 грн/м ²	54 грн/м ²
3	Труби поліпропілен.	12000	30 грн/м	35 грн/м
	Панелі MDF	4200	75 грн/м ²	87 грн/м
	Плитка тротуарна	1750	70 грн/м ²	90 грн/м ²
4	Труба водогазопровід.	22500	14 грн/м	15 грн/м
	Руберойд	2000	100 грн/рулон	120 грн/рулон
	Цегла	4900	8 грн/шт.	9 грн/шт.
5	Борт дорожній	1500	65 грн/шт.	85 грн/шт.
	Круг зачисний	39000	15 грн/шт.	17 грн/шт.
	Цегла	3100	5 грн/шт.	6,5 грн/шт.
6	Фарба водоемульсійна	13800	19 грн/кг	21 грн/кг

	Плита OSB	5600	50 грн/м ²	55 грн/м ²
	Шифер	3600	60 грн/лист	75 грн/лист
7	Фанера	5400	50 грн/лист	54 грн/лист
	Труба водогазопровід.	12000	30 грн/м	33 грн/м
	Круг шліфувальний	37500	50 грн/шт.	53 грн/шт.

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5
8	Цемент	2900	900 грн/т	1030 грн/т
	Арматура	33000	21 грн/м	23 грн/м
	Круг шліфувальний	22500	30 грн/шт.	34 грн/шт.
9	Труби поліпропілен.	14000	38 грн/м	43 грн/м
	Гіпсокартон	2500	24 грн/м ²	29 грн/м ²
	Плита OSB	6400	80 грн/м ²	92 грн/м ²
10	Фарба ПФ-115	19000	35 грн/кг	39 грн/кг
	Шпалери	11500	250 грн/рулон	264 грн/рулон
	Цегла	1900	3 грн/шт.	3,6 грн/шт.
11	Арматура	40000	25 грн/м	27 грн/м
	Плитка тротуарна	1900	76 грн/м ²	92 грн/м ²
	Круг шліфувальний	27000	25 грн/шт.	28 грн/шт.
12	Цегла	3900	4 грн/шт.	4,5 грн/шт.
	Цемент	4100	1300 грн/т	1500 грн/т
	Плитка керамічна	12000	90 грн/м ²	100 грн/м ²
13	Фанера	6500	60 грн/лист	68 грн/лист
	Фарба ПФ-115	20000	40 грн/кг	44 грн/кг
	Руберойд	2500	130 грн/рулон	150 грн/рулон
14	Труба водогазопровід.	22000	14 грн/м	15 грн/м
	Плита OSB	6800	75 грн/м ²	78 грн/м ²

	Гіпсокартон	2100	27 грн/м ²	32 грн/м ²
15	Плитка керамічна	8500	60 грн/м ²	63 грн/м ²
	Круг шліфувальний	26000	35 грн/шт.	38 грн/шт.
	Арматура	39000	4 грн/м	4,4 грн/м
16	Труба водогазопровід.	10500	26 грн/м	30 грн/м
	Руберойд	2400	110 грн/рулон	132 грн/рулон
	Цегла	4300	7 грн/шт.	8,5 грн/шт.
17	Борт дорожній	1800	75 грн/шт.	90 грн/шт.
	Круг зачисний	40000	18 грн/шт.	19,5 грн/шт.
	Цегла	3900	6 грн/шт.	7 грн/шт.

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5
18	Фарба водоемульсійна	19000	26 грн/кг	29 грн/кг
	Фанера	5100	45 грн/лист	52 грн/лист
	Шифер	4300	70 грн/лист	80 грн/лист
19	Плита OSB	6800	60 грн/м ²	65 грн/м ²
	Труба водогазопровід.	27000	17 грн/м	18,5 грн/м
	Круг шліфувальний	31000	40 грн/шт.	43 грн/шт.
20	Цемент	2800	950 грн/т	1100 грн/т
	Арматура	29000	19 грн/м	20,5 грн/м
	Круг шліфувальний	23000	32 грн/шт.	35 грн/шт.

Список літератури

1 Логистика [Текст] : учебник / Б.А. Аникин, А.А. Колобов, И.Н. Омельченко и др.; под ред. Б.А. Аникина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 352 с.

2 Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики [Текст] : учеб. пособие / В.С. Лукинский. – 2-е изд. – СПб. : СПбГИЭУ, 2008. – 448 с.

3 Гаджинский, А.М. Практикум по логистике [Текст] / А.М. Гаджинский. – 8-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2009. – 352 с.

Таблиця 2.5 – Індивідуальні вихідні дані до задачі з вибору перевізника методом інтегральних оцінок

Варіант	1 Надійність			2 Тариф, грн/км			3 Загальний час доставки, %			4 Фінансова стабільність			5 Частота сервісу			6 Збереженість вантажу			7 Кваліфікація персоналу			8 Готовність до переговорів										
	Ранг	Перевізник			Ранг	Перевізник			Ранг	Перевізник			Ранг	Перевізник			Ранг	Перевізник			Ранг	Перевізник										
		A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C								
1	2	0,86	0,87	0,94	1	6,1	6,4	6,6	4	20	10	15	6	7	9	8	7	д.	д.д.	з.	3	д.д.	д.	з.	5	д.д.	в.	д.	8	д.	д.д.	з.
2	1	0,83	0,87	0,92	2	5,2	5,8	5,5	3	20	10	15	5	9	7	8	8	д.д.	в.	д.	4	д.	д.д.	з.	7	в.	в.	д.д.	6	д.д.	в.	д.
3	3	0,88	0,94	0,92	2	7,0	6,8	7,5	1	15	20	10	8	8	9	7	4	д.	з.	в.	5	д.д.	в.	д.	6	д.д.	з.	д.д.	7	д.	з.	в.
4	4	0,94	0,90	0,93	3	6,7	6,9	6,3	2	15	10	20	5	8	7	9	6	д.	д.д.	з.	1	д.	з.	в.	7	д.	д.д.	з.	8	д.	д.д.	з.
5	3	0,93	0,91	0,87	1	7,8	7,5	7,2	5	10	5	15	4	7	8	9	7	в.	д.	д.	2	д.	д.д.	з.	8	д.д.	д.	з.	6	в.	д.	д.
6	2	0,87	0,88	0,94	1	6,3	6,6	6,8	4	15	5	10	6	7	9	8	7	д.д.	в.	д.	3	в.	д.	д.	5	д.д.	д.	з.	8	д.д.	в.	д.
7	1	0,81	0,85	0,89	2	5,4	6,0	5,7	3	20	10	15	4	9	7	8	8	в.	в.	д.д.	5	д.д.	в.	д.	7	д.	д.д.	з.	6	в.	в.	д.д.
8	3	0,89	0,95	0,92	2	7,2	7,0	7,7	1	15	20	10	8	8	9	7	4	д.д.	з.	д.д.	5	д.	з.	в.	7	д.д.	в.	д.	6	д.д.	з.	д.д.
9	2	0,94	0,88	0,91	3	6,9	7,1	6,5	4	15	10	20	5	8	7	9	6	д.	д.д.	з.	1	д.	д.д.	з.	8	д.	з.	в.	7	д.	д.д.	з.
10	3	0,93	0,90	0,85	1	8,0	7,7	7,4	4	10	5	15	5	7	8	9	7	д.д.	д.	з.	2	в.	д.	д.	8	д.	д.д.	з.	6	д.д.	д.	з.
11	2	0,84	0,87	0,92	1	6,0	6,3	6,5	4	20	10	15	6	7	9	8	7	д.	д.д.	з.	3	д.д.	в.	д.	5	д.д.	в.	д.	8	д.	д.д.	з.
12	1	0,85	0,88	0,92	3	5,1	5,7	5,4	4	20	10	15	5	9	7	8	8	д.д.	в.	д.	2	в.	в.	д.д.	7	д.	з.	в.	6	д.д.	в.	д.
13	2	0,88	0,94	0,91	1	6,9	6,7	7,4	3	10	15	5	8	8	9	7	4	д.	з.	в.	5	д.д.	з.	д.д.	6	д.	д.д.	з.	7	д.	з.	в.
14	4	0,94	0,88	0,92	2	6,6	6,8	6,2	3	15	10	20	5	8	7	9	6	д.	д.д.	з.	1	д.	д.д.	з.	7	в.	д.	д.	8	д.	д.д.	з.
15	3	0,93	0,89	0,87	1	7,7	7,4	7,1	5	15	10	20	4	7	8	9	7	в.	д.	д.	2	д.д.	д.	з.	8	в.	в.	д.д.	6	в.	д.	д.
16	2	0,87	0,89	0,94	1	6,5	6,8	7,0	4	20	10	15	6	7	9	8	7	д.д.	в.	д.	3	д.	д.д.	з.	5	д.д.	з.	д.д.	8	д.д.	в.	д.
17	1	0,82	0,85	0,90	2	5,6	6,2	5,9	4	20	10	15	5	9	7	8	8	в.	в.	д.д.	3	в.	д.	д.	7	д.	д.д.	з.	6	в.	в.	д.д.
18	3	0,91	0,93	0,91	2	7,4	7,2	7,9	1	10	15	5	8	8	9	7	4	д.д.	з.	д.д.	5	д.д.	в.	д.	6	д.д.	д.	з.	7	д.д.	з.	д.д.
19	4	0,93	0,87	0,90	3	7,1	7,3	6,7	2	15	10	20	7	8	7	9	5	д.	д.д.	з.	1	в.	в.	д.д.	6	д.	д.д.	з.	8	д.	д.д.	з.
20	4	0,93	0,92	0,85	2	8,2	7,9	7,6	5	10	5	15	3	7	8	9	7	д.д.	д.	з.	1	д.д.	з.	д.д.	6	д.д.	в.	д.	8	д.д.	д.	з.