

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра управління експлуатаційною роботою

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних занять, індивідуальних завдань
і контрольної роботи**

з дисципліни

***«ПРОСТОРОВА ОРГАНІЗАЦІЯ
МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ»***

Харків 2025

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління експлуатаційною роботою 17 березня 2025 р., протокол № 8.

Методичні вказівки рекомендовано для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності J7 «Залізничний транспорт» освітньо-професійної програми «Організація міжнародних перевезень».

Укладачі:

доценти П. В. Долгополов,
Г. О. Прохорченко

Рецензент

доц. Д. С. Лючков

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Визначення потенціальних шляхів перевезень.	
Побудова матриці вартості.....	5
1.1 Визначення маршрутів перевезень.....	5
1.2 Побудова матриці вартості.....	14
2 Вирішення задачі оптимізації міжнародних перевезень.....	15
Висновки.....	20
Список літератури.....	21
Додаток А Завдання та індивідуальні варіанти.....	22
Додаток Б Питання до захисту індивідуальних завдань (контрольної роботи).....	26

ВСТУП

Міжнародні транспортні системи виступають елементами глобальної виробничої інфраструктури і забезпечують поглиблення інтеграції між національними господарськими комплексами, створюють умови ефективного функціонування наднаціонального відтворювального процесу.

Для ефективного розвитку міжнародних транспортних систем фахівцям потрібні знання про організацію роботи транспорту, технічні пристрої, техніко-економічні показники роботи і принципи моделювання вантажопотоків у міжнародному сполученні.

Враховуючи, що для здобувачів вищої освіти освітньої програми «Організація міжнародних перевезень» спеціальності J7 «Залізничний транспорт» навички і вміння проведення розрахунків з організації і функціонування міжнародних транспортних систем є базовими, в цих методичних вказівках надані методичні підходи до практичних розрахунків, що доцільно використовувати для визначення ефективних маршрутів і задач оптимізації міжнародних перевезень. Передбачено, що в ході освоєння матеріалів при виконанні практичних робіт у здобувачів формуються такі компетенції:

- здатність аналізувати, прогнозувати параметри і показники функціонування транспортних систем і технологій з урахуванням впливу зовнішнього середовища (СК – 1);
- здатність організовувати та управляти перевезенням вантажів (за видами транспорту) (СК – 3);
- здатність організовувати перевезення, в тому числі міжнародні (СК – 12);
- здатність розраховувати технічні та технологічні параметри функціонування транспортних систем при організації перевезень, у тому числі міжнародних (СК – 17).

1 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ШЛЯХІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. ПОБУДОВА МАТРИЦІ ВАРТОСТІ

1.1 Визначення маршрутів перевезень

За таблицями А.1 – А.4 виберіть вхідні дані завдання для вашого варіанта:

- країни, міста виробництва продукції та кількість її виробництва;
- країни, міста споживання продукції та кількість її споживання.

Сформулюйте початкові умови для розрахунків за прикладом початкових умов для умовного варіанта:

- відправлення вантажів

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n p_{1j} = 12 \text{ ваг. (для Хл)} \\ \sum_{j=1}^n p_{2j} = 26 \text{ ваг. (для Гн)} \\ \sum_{j=1}^n p_{3j} = 34 \text{ ваг. (для См)} \\ \sum_{j=1}^n p_{4j} = 21 \text{ ваг. (для Гс)} \end{array} \right. \quad (1.1)$$

і потреба вантажів

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m w_{i1} = 39 \text{ ваг. (для Кв)} \\ \sum_{i=1}^m w_{i2} = 12 \text{ ваг. (для ВВ)} \\ \sum_{i=1}^m w_{i3} = 16 \text{ ваг. (для Гр)} \\ \sum_{i=1}^m w_{i4} = 22 \text{ ваг. (для Од)} \\ \sum_{i=1}^m w_{i5} = 11 \text{ ваг. (для Шп)} \end{array} \right. \cdot \quad (1.2)$$

Знайдіть і позначте задані міста на карті світу. За допомогою карти світу, на якій показані транспортні шляхи (залізничні, автомобільні та трубопровідні), враховуючи масштаб карти, сплануйте множину можливих шляхів міжнародних перевезень вантажів між кожною парою пунктів виробництва та споживання продукції, які, на Ваш погляд, можуть бути доцільними при подальших розрахунках їхньої ефективності. Слід планувати також і альтернативні шляхи перевезень між кожною парою пунктів. Плануючи, можна застосовувати також і мультимодальні перевезення, за яких використовуються різні види транспорту на шляху перевезення.

Вибираючи можливі шляхи, доцільно враховувати такі ознаки:

- мінімізацію відстані перевезення;
- надання пріоритету найменш затратним засобам транспорту;
- мінімізацію кількості перевантажень на шляху слідування;
- мінімізацію кількості перетинань державних кордонів.

Якщо перевезення здійснюється між різними континентами, спочатку, використовуючи інтернет-ресурси, знайдіть найближчі до кожного заданого міста морські порти, до яких ведуть найкоротші транспортні шляхи. Після цього розрахуйте відстані від промислових зон міст до портів за різними транспортними шляхами, що ведуть до них.

Аналіз можливих маршрутів до морських портів розглянемо на прикладі міста Тулуза (Франція), як показано на рисунку 1.1. Найближчими крупними морськими портами до Тулузи є порти Бордо і Байонна, які мають вихід до Атлантичного океану і порт Пор-ла-Нувель на Середземному морі.

На наступному кроці знайдіть на будь-якій карті місцевості транспортні шляхи, що з'єднують задане місто і найближчі порти. При цьому треба враховувати рельєф місцевості. Гориста місцевість може сильно впливати на довжину доріг і на витрати на перевезення.

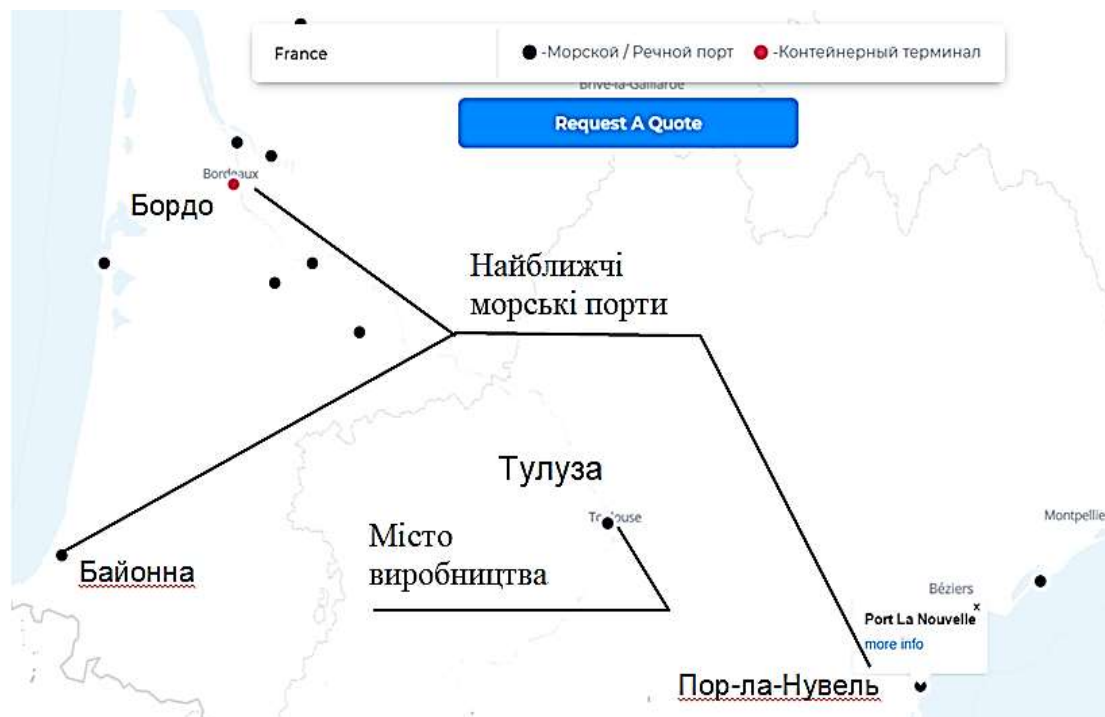


Рисунок 1.1 – Пошук найближчих портів до пунктів виробництва або постачання на прикладі Тулузи

Визначення найкоротших відстаней транспортними шляхами до заданих портів необхідно проводити з максимальним урахуванням кривизни шляхів, які обумовлені рельєфом місцевості. Для цього доцільно скористатися функціями пошуку маршрутів і визначення відстаней на електронних картах, як показано на рисунку 1.2.

Якщо функціональний склад електронної карти не дає змоги визначити точні відстані (наприклад, залізницями), то необхідно спочатку визначити хоча б точні маршрути слідування. А потім за допомогою електронної лінійки визначити їхні відстані. У такому випадку точність визначення відстані досягається максимально близьким прикладанням проміжних точок лінійки до траєкторії відповідного маршруту на карті, як показано на рисунку 1.3.

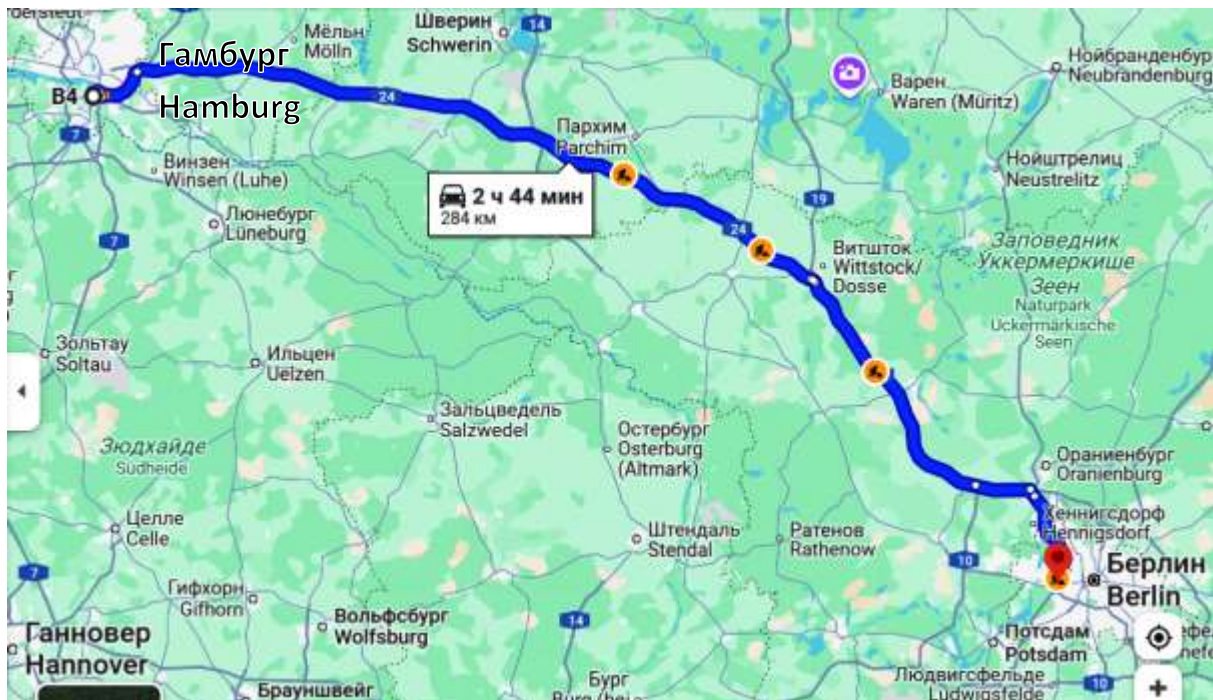


Рисунок 1.2 – Визначення відстані від міста виробництва до одного з найближчих портів автомобільним шляхом

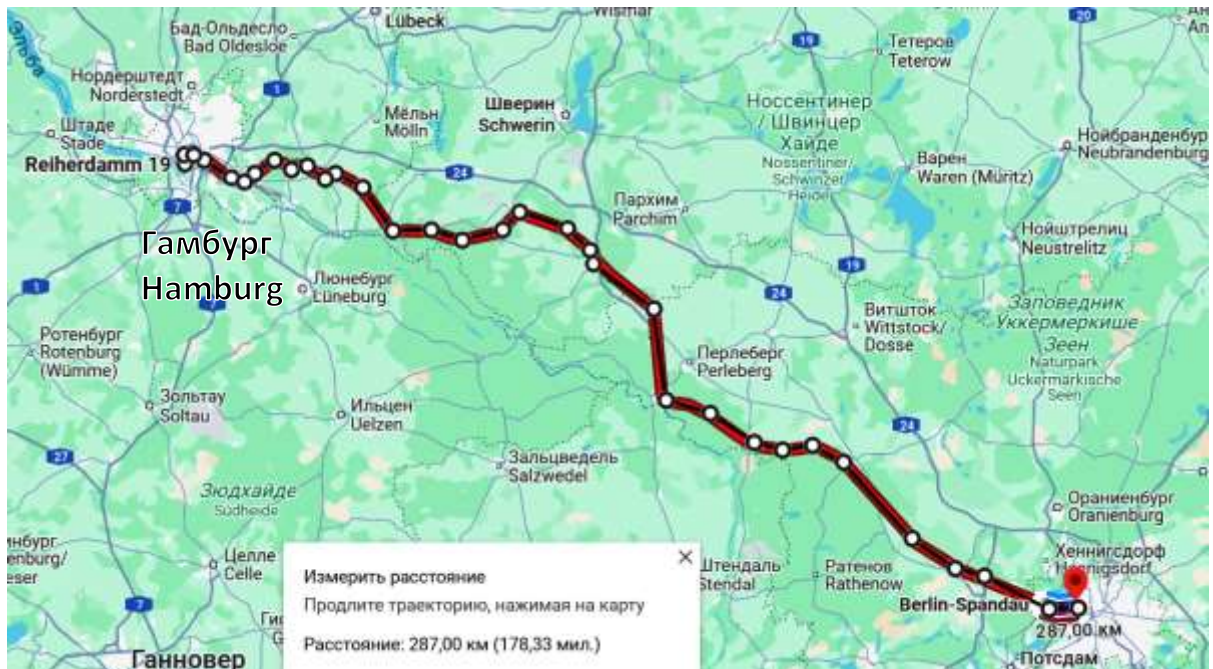


Рисунок 1.3 – Визначення відстані від міста виробництва до одного з найближчих портів залізничним шляхом

Якщо з карти визначено, що деякий транспортний шлях проходить переважно гористою місцевістю, тоді до відстані, визначеній за допомогою електронної лінійки, рекомендовано додати додатково 5 %.

Вибираючи той чи інший вид транспорту перевезень, необхідно враховувати всі основні фактори, що підвищують ефективність доставлення або зменшують її.

Так, *залізничний транспорт* відрізняється універсальністю, високою провізною спроможністю та регулярністю перевезень. Недоліками залізничного транспорту є невелика кількість суб'єктів перевізного процесу, додаткові затрати часу та коштів на «довезення» вантажу до кінцевого споживача, недостатня оперативність роботи сортувальних підрозділів, тривалі простой залізничних вагонів.

Автомобільний транспорт характеризується високою маневреністю, можливістю прямого і досить швидкого доставлення вантажів (350-400 км/добу).

Середня собівартість перевезень вантажів автотранспортом у 4-5 рази вища за залізничну. Але при перевезенні вантажів в автопоїздах якісними дорогами вона знижується в 2-3 рази.

До недоліків автотранспорту належать: його відносно невисока продуктивність, залежність від погодних умов, висока собівартість та недостатня регулярність перевезень на великі відстані, великі еколого-економічні витрати (забруднення природного середовища, шум, вібрації, пошкодження шляхів і затори на дорогах), невисока одинична вантажопідйомність, необхідність термінового розвантаження.

Особливостями *трубопровідного транспорту* є: відсутність рухомого складу, а отже і порожніх пробігів, постійний режим роботи, незалежно від стану погоди і кліматичних умов, простота експлуатації і режиму управління перевезеннями, в яких транспортування і навантажувально-розвантажувальні операції становлять єдиний процес.

Собівартість перекачування нафти і нафтопродуктів по трубопроводах у 2-3 рази нижча порівняно з залізничними перевезеннями. В експлуатаційних витратах висока частка припадає на утримування постійних пристроїв, майже незалежних від обсягу перекачування, а також енергетичних затрат, що визначаються в'язкістю нафтопродуктів.

Недоліки трубопровідного транспорту: великі початкові капіталовкладення в будівництво трубопроводів, руйнування ландшафтів у процесі будівництва, обмеженість асортименту вантажів, придатних до транспортування трубопроводом.

Основними перевагами *морського транспорту* є: відсутність обмежень у вантажопідйомності транспортного флоту, низька капіталомісткість перевезень та їхня енергоємність, високий ступінь безпеки вантажів, особливо, при контейнерних перевезеннях, достатньо висока середня тривалість навігації – в умовах морів близько 330 діб. Швидкість доставлення вантажів морським транспортом не нижча, ніж на залізницях (350-550 км/добу), а середня собівартість перевезень – істотно менша. Вона суттєво залежить від виду плавання, вантажу і дальності перевезень.

Недоліки морського транспорту: невисока швидкість доставлення вантажів; залежність від географічного розташування, навігаційних і погодних умов, недостатня безпека вантажів, вразливих до вологи; необхідність створення складної портової інфраструктури, велика тривалість навантажувально-розвантажувальних робіт, жорсткі вимоги до пакування, незначна частота рейсів.

На основі аналізу переваг і недоліків кожного виду транспорту прокладіть для країни-постачальника і країни-споживача можливі маршрути перевезень вантажу. При цьому маршрути доцільно прокладати вже існуючими шляхами, які позначені на географічній карті і мають найкоротші відстані. Якщо перевезення здійснюється з участю морського

транспорту, то прокладіть маршрути з міст постачання до морських портів, а також з морських портів до міст споживання вантажу, як показано на рисунку 1.4.

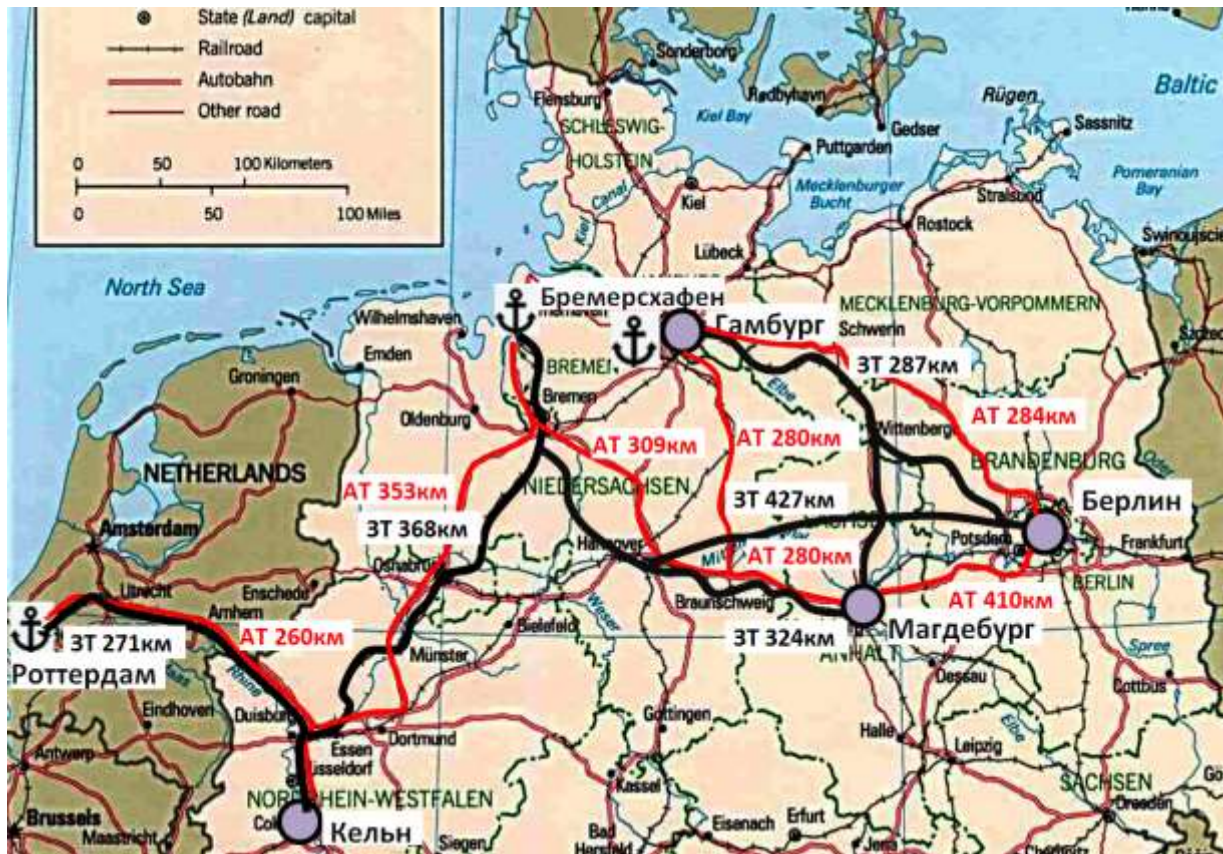


Рисунок 1.4 – Приклад позначення на карті країни-виробника
можливих маршрутів перевезення до морських портів

Дані для визначення вартості доставлення вантажу на кожному шляху задані у таблиці А.5. За допомогою карти світу або карт заданих країн визначте відстань і вартість перевезення кожним видом транспорту за кожним обраним шляхом.

З множини альтернативних шляхів перевезень між кожною парою пунктів необхідно визначити найбільш доцільний з них, який призначити як потенціальний. В розрахунках необхідно враховувати витрати на доставлення вантажу кожним видом транспорту, перевантаження його між різними видами транспорту і митні операції при перетинанні кордонів.

Як приклад на рисунку 1.5 наведено схему взаємного розміщення пунктів виробництва і призначення продукції умовного варіанта, а також особливості місцевості та транспортних шляхів, в умовах яких необхідно здійснити міжнародні перевезення.

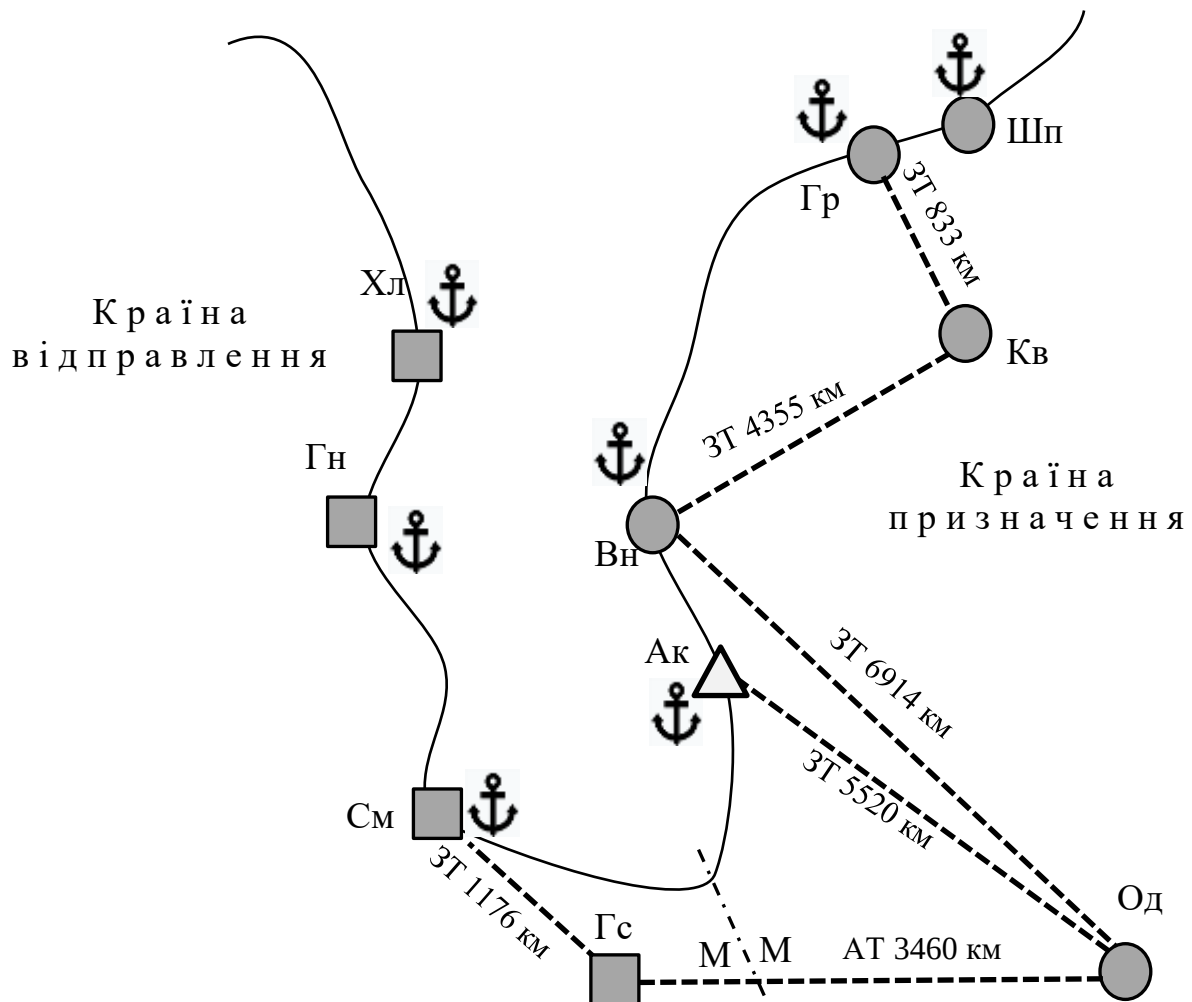


Рисунок 1.5 – Схема потенційних шляхів міжнародних перевезень

Після проведених розрахунків множини шляхів слідування оберіть найбільш доцільні за принципом найменшої вартості.

У таблиці А.1 показано приклад визначення потенційних шляхів перевезень і визначення відстані перевезення кожним видом транспорту для умовного варіанта (при $N_{cp} = 0$).

Таблиця 1.1 – Визначення потенційних шляхів перевезень

	Кв	Вн	Гр	Од	Шп
Хл	–	Н, М МТ 1837 км М, В	Н, М МТ 5046 км М, В	Н, М МТ 1837 км М, П ЗТ 6914 В	Н, М МТ 5446 км М, В
Гн	Н, М МТ 5610 км М, П ЗТ 833 км В	Н, М МТ 900 км М, В	–	Н, М МТ 1713 км М, П ЗТ 5520 км В	Н, М МТ 6046 км М, В
См	Н, М МТ 2903 км М, П ЗТ 4355 км В	Н, М МТ 2903 км М, В	Н, М МТ 6780 км М, В	Н, М МТ 2413 км М, П ЗТ 5520 км В	Н, М МТ 8670 км М, В
Гс	Н ЗТ 1176 км П, М МТ 2903 км М, П ЗТ 4355 км В	Н ЗТ 1176 км П, М МТ 2903 км М, В	Н ЗТ 1176 км П, М МТ 6800 км М, В	Н АТ 3460 км 2·М В	Н ЗТ 1176 км П, М МТ 8346 км М, В

Користуючись таблицями 1.1 і А.5, визначте витрати на переміщення одиниці вантажу кожним шляхом за виразом (1.3) та виберіть шлях з меншими витратами, який прийміть за потенційний.

$$C_{i-j} = \sum_{m=1}^k l_m \cdot c_m + n_{нв} \cdot c_{нв} + n_n \cdot c_n + n_m \cdot c_m, \quad (1.3)$$

де l_m – відстань пересування вантажу відповідним видом транспорту, км;

c_m – вартість пересування одиниці вантажу відповідним видом транспорту, ум. од.;

$n_m, n_n, n_{нв}$ – кількість відповідно навантажень і вивантажень вантажу, перевантажень між видами транспорту і митницями на маршруті;

$c_m, c_n, c_{нв}$ – вартість відповідно навантажень і вивантажень вантажу, перевантажень між видами транспорту і знаходження на одній митниці, ум. од.

Для прикладу наведемо розрахунок потенційного шляху Гн – Кв:

- шлях Гн – Вн – Кв

$$C = 900 \cdot 30 + 4355 \cdot 50 + 2 \cdot 200 + 300 + 2 \cdot 250 = 245,95 \text{ тис. ум. од.};$$

- шлях Гн – Гр – Кв

$$C = 5670 \cdot 30 + 833 \cdot 50 + 2 \cdot 200 + 300 + 2 \cdot 250 = 210,2 \text{ тис. ум. од.}$$

Як видно, шлях Гн – Гр – Кв має менші витрати, тому обираємо його як потенційний між пунктами Гн та Кв.

Наведіть розрахунки витрат для кожного потенційного шляху.

1.2 Побудова матриці вартості

За результатами визначення потенційних шляхів між усіма пунктами перевезень побудуйте матрицю вартості перевезень за прикладом

$$C = \begin{pmatrix} - & 56 & 162 & 402 & 174 \\ 210 & 37 & - & 353 & 192 \\ 297 & 88 & 214 & 404 & 261 \\ 331 & 147 & 266 & 356 & 307 \end{pmatrix}. \quad (1.4)$$

На основі сформованих виразів (1.1) – (1.4) за допомогою математичного моделювання необхідно вирішити задачу про оптимальні шляхи міжнародних перевезень.

Цільова функція при розрахунках задачі буде

$$E_{pek} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot p_{ij} \cdot q_{cm} \rightarrow \min, \quad (1.5)$$

де $E_{рек}$ – сумарні витрати на транспортування насипних вантажів, грн.

Хід рішення задачі подано для умовного варіанта.

За умовою (1.5), введено фіктивний пункт відправлення Ψ з індексом $i=5$, обсяг навантаження насипних вантажів якого становить

$$\sum_{j=1}^n p_{5j} = \sum_{j=1}^n w_j - \sum_{i=1}^m p_i. \quad (1.6)$$

За умовою задачі враховано, що щебень між станціями Гн та Гр, а також від станції Хл до вузла Кв не перевозиться. Тому застосовано штучне блокування перевезення за допомогою відповідного питомого тарифу за перевезення між заданими пунктами

$$c_{11} = c_{23} = 1000 \text{ грн.} \quad (1.7)$$

2 ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Враховуючи всі чисельні фактори, сформовано транспортну таблицю 2.1, у якій здійснено початковий розрахунок найбільш раціонального плану перевезень насипних вантажів.

Відповідь на питання, чи є даний план оптимальним, знайдено завдяки методу потенціалів.

Таблиця 2.1 – Початкова транспортна таблиця № 1

	споживачі	Кв	ВВ	Гр	Од	Шп
постачальники	p_{ij} , ваг.	39	12	16	22	11
Хл	12	1000 —	56 —	162 12	402 —	174 —
Гн	26	210 3	37 12	1000 —	353 —	192 11
См	34	279 30	88 —	214 4	404 —	261 —
Гс	21	331 6	147 —	266 —	356 15	307 —
Ψ	7	0 —	0 —	0 —	0 7	0 —

Умову задачі оптимізації міжнародних перевезень подано як

$$\begin{cases} k_i + l_j + c_{ij} = 0 & (\text{для базисних кліток}) \\ k_i + l_j + c_{ij} \geq 0 & (\text{для вільних кліток}) \end{cases}, \quad (2.1)$$

де k_i та l_j – потенціали, які додаються до всіх елементів відповідних строк та стовпців.

Невідомі потенціали визначено для питомих витрат у таблиці 2.2, де виділено базисні клітки.

Таблиця 2.2 – Матриця питомих витрат № 1

1000	56	162	402	174	$k_1=104$
210	37	1000	353	192	$k_2=121$
279	88	214	404	261	$k_3=52$
331	147	266	356	313	$k_4=0$
0	0	0	0	0	$k_5=356$
$l_1=-331$	$l_2=-158$	$l_3=-266$	$l_4=-356$	$l_5=-313$	

Після додавання потенціалів до елементів відповідних строк та стовпців у таблиці 2.3 отримано матрицю для перевірки правильності їхнього визначення.

Як бачимо, у цій матриці умову (2.1) не дотримано для трьох елементів. Це свідчить про те, що складена початкова транспортна таблиця №1 не є оптимальною. Отже, побудовано цикл, який починається з найбільш негативного елемента, а усі інші вершини знаходяться у базисних клітках.

Таблиця 2.3 – Матриця для перевірки потенціалів № 1

>0	>0	0	>0	-39
0	0	>0	>0	0
0	-18	0	>0	0
0	-11	0	0	0
>0	>0	>0	0	>0

Після перенесення циклу до таблиці 2.1 обрано обсяги перевезення з його парних вершин та додано до непарних. У результаті отримано нову транспортну таблицю 2.4 з цим циклом.

Таблиця 2.4 – Оптимізована транспортна таблиця № 2

	споживачі	Кв	ВВ	Гр	Од	Шп
постачальники	p_{ij} , ваг.	39	12	16	22	11
Хл	12	1000 —	56 —	162 1	402 —	174 11
Гн	26	210 14	37 12	1000 —	353 —	192 —
См	34	279 19	88 —	214 15	404 —	261 —
Гс	21	331 6	147 —	266 —	356 15	307 —
Ψ	7	0 —	0 —	0 —	0 7	0 —

Отже, план перевезень змінено: більш ефективним є збільшення обсягів перевезень між пунктами С_м – Г_р, Х_л – Ш_п та Г_н – К_в, а також зменшення між пунктами Х_л – Г_р, Г_н – Ш_п та С_м – К_в.

Перевірку цієї транспортної таблиці здійснено за допомогою таблиці 2.5, у якій змінилося розміщення базових кліток.

Таблиця 2.5 – Матриця питомих витрат № 2

1000	56	162	402	174	$k_1=104$
210	37	1000	353	192	$k_2=121$
279	88	214	404	261	$k_3=52$
331	147	266	356	313	$k_4=0$
0	0	0	0	0	$k_5=356$
$l_1=-331$	$l_2=-158$	$l_3=-266$	$l_4=-356$	$l_5=-278$	

Таблиця 2.6 – Матриця для перевірки потенціалів № 2

>0	>0	0	>0	0
0	0	>0	>0	>0
0	-18	0	>0	0
0	-11	0	0	0
>0	>0	>0	0	>0

План перевезень знову змінено. Зокрема, з'явився новий маршрут перевезення С_м – В_в.

Таблиця 2.7 – Оптимізована транспортна таблиця № 3

	споживачі	Кв	ВВ	Гр	Од	Шп
постачальники	p_{ij} , ваг.	39	12	16	22	11
Хл	12	1000 —	56 —	162 1	402 —	174 11
Гн	26	210 26	37 —	1000 —	353 —	192 —
См	34	279 7	88 12	214 15	404 —	261 —
Гс	21	331 6	147 —	266 —	356 15	307 —
Ψ	7	0 —	0 —	0 —	0 7	0 —

Перевірку цієї транспортної таблиці здійснено за допомогою таблиць 2.8 та 2.9.

З таблиці 2.9 видно, що негативних елементів немає. Це свідчить, що отриманий план перевезень є оптимальним.

Таблиця 2.8 – Матриця питомих витрат № 3

1000	56	162	402	174	$k_1=104$
210	3,7	1000	353	192	$k_2=121$
279	88	214	404	261	$k_3=52$
331	147	266	356	313	$k_4=0$
0	0	0	0	0	$k_5=356$
$l_1=-331$	$l_2=-140$	$l_3=-266$	$l_4=-356$	$l_5=-278$	

Таблиця 2.9 – Матриця для перевірки потенціалів № 3

>0	>0	0	>0	0
0	0	>0	>0	>0
0	0	0	>0	0
0	>0	0	0	0
>0	>0	>0	0	>0

Сумарні витрати при оптимальному плані перевезень визначено за виразом (1.5)

$$E_{рек} = 1 \cdot 162 + 11 \cdot 174 + 26 \cdot 210 + 7 \cdot 279 + 12 \cdot 88 + 15 \cdot 214 + 6 \cdot 331 + 15 \cdot 356 = \\ = 138502,7 \text{ тис. ум. од.}$$

Отже, при моделюванні оптимізовано процес перевезення насипних вантажів з пунктів навантаження до пунктів вивантаження.

ВИСНОВКИ

При виконанні індивідуальних завдань і контрольної роботи здобувачі отримують такі навички:

- досліджувати транспортні процеси, експериментувати, аналізувати та оцінювати параметри транспортних систем і технологій (РН – 06);
- формулювати, модифікувати, розробляти нові ідеї з удосконалення транспортних технологій (РН – 07);
- розробляти, планувати, впроваджувати методи організації безпечної діяльності у сфері транспортних систем і технологій (РН – 09);
- пояснювати експлуатаційну, техніко-економічну, технологічну, правову, соціальну і екологічну ефективність організації перевезень (РН – 19).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union. URL: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/en/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0797>_(Дата звернення 14.09.2024).
- 2 Vromans M. J. C. M. Reliability of Railway Systems / The Erasmus Research Institute of Management (ERIM). 2005. 245 p.
- 3 Дудник І. М. Транспортна географія: підручник. Київ: НАУ, 2016. 288 с.
- 4 Технологія прикордонного та митного контролю у пунктах пропуску (пунктах контролю) через державний кордон для залізничного сполучення: затв. наказом Держ. прикордон. сл., Держ. митн. сл., Мін-ва транспорту та зв'язку України від 06.10.2009 р. № 745/926/1032. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1036-09#Text> (Дата звернення 27.11.2024).
- 5 Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України : затв. наказом Укрзалізниці від 14 березня 2001 р. № 143/Ц (ЦД – 0036). Київ : Транспорт України, 2002. 375 с.
- 6 Організація пасажирських перевезень у міжнародному залізничному сполученні: навч. посіб. / Т. В. Бутько, П. В. Долгополов, Д. В. Константінов, Т. В. Головка. Харків: УкрДУЗТ, 2023. 206 с.
- 7 Козаченко Д. М., Вернигора Р. В., Малашкін В. В. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі: навч. посіб. для ВНЗ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2015. 277 с.
- 8 Modes of Territorial Occupation by Transport Networks. URL: <https://transportgeography.org/contents/chapter2/geography-of-transportation-networks/territorial-occupation-transportation-networks/> (Дата звернення 23.09.24).

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

Завдання та індивідуальні варіанти

При виконанні домашніх завдань і контрольної роботи здобувачу необхідно виконати завдання.

1 За таблицями А.1 – А.5 визначити вхідні дані для свого індивідуального варіанта роботи.

2 За розміщенням заданих пунктів виробництва і споживання прокласти на географічних картах заданих країн можливі маршрути міжнародних перевезень вантажів транспортними шляхами до морських портів або до кордонів, використовуючи різні види транспорту, за прикладом рисунку 1.4.

3 Визначити довжини маршрутів перевезень і позначити їх на географічних картах заданих країн за прикладом рисунку 1.4.

4 Визначити вартість перевезення кожним видом транспорту за кожним маршрутом.

5 З множини шляхів слідування обрати найбільш доцільні за принципом найменшої вартості. Навести розрахунки витрат для кожного потенційного шляху.

6 Зобразити схему обраних шляхів міжнародних перевезень, позначивши ділянки перевезень різними видами транспорту, пункти митного контролю і перевантаження.

7 Із застосуванням математичного моделювання вирішити задачу про оптимальні шляхи перевезень.

Таблиця А.1 – Країни і міста виробництва продукції за варіантами

Вантаж	Варіант	Країна-експортер	Міста виробництва продукції
Обладнання	1	Китай	Пекін, Ухань, Шанхай, Чунцін
	2	США	Чикаго, Даллас, Лос-Анджелес, Індіанаполіс
	3	Італія	Турін, Мілан, Палермо, Рим, Модена
	4	Франція	Бордо, Париж, Реймс, Марсель
	5	Німеччина	Кельн, Мюнхен, Берлін, Гамбург
	6	Швеція	Стокгольм, Мальме, Гетеборг, Уппсала
	7	Канада	Монреаль, Калгарі, Торонто, Ванкувер, Вінніпег
	8	Японія	Кавасакі, Токіо, Нагоя, Сендай, Осака
	9	Індія	Мумбай (Бомбей), Хайдарабад, Бхопал, Сахаранпур, Делі
Автомобілі	10	Німеччина	Мюнхен, Штутгарт, Берлін, Ганновер
	11	США	Чикаго, Маямі, Сан-Франциско, Детройт
	12	Китай	Ухань, Пекін, Гуанчжоу, Чанчунь
	13	Франція	Тулуза, Ренн, Париж, Ліон
	14	Швеція	Ландскруна, Гетеборг, Седертельє, Шведе
	15	Індія	Мумбай (Бомбей), Лакхнау, Кочі, Ченнай (Мадрас), Бангалор
	16	Японія	Кобе, Токіо, Хіросіма, Нагоя
	17	Італія	Рим, Турін, Бреція, Генуя
Метали	18	Німеччина	Дортмунд, Дуйсбург, Франкфурт-на-Майні, Саарбрюкен
	19	Італія	Неаполь, Турін, Таранто, Трієст
	20	Китай	Тайюань, Ухань, Аньшань, Куньмін
	21	Японія	Нагоя, Кітакюсю, Тіба, Кіото
Зерно	22	Австралія	Сідней, Мельбурн, Перт, Аделаїда
	23	США	Вічита, Канзас-Сіті, Бісмарк, Атланта
	24	Канада	Едмонтон, Саскатун, Оттава, Вінніпег
	25	Франція	Тулуза, Ам'єн, Тур, Мец
	26	Індія	Бангалор, Хайдарабад, Бхопал, Джайпур, Хублі
Нафто-продукти	27	Саудівська Аравія	Ер-Ріяд, Джидда, Янбу-ель-Бахр, Ед-Даммам
Вугілля	28	США	Евансвілл, Бірмінгем, Пітсбург, Денвер
	29	Австралія	Нькасл, Рокгемптон, Перт, Брісбен
	30	Канада	Ванкувер, Калгарі, Реджайна, Сідні

Таблиця А.2 – Кількість виробництва продукції, одиниць (тис. тонн)

Місто виробництва	Перша буква прізвища				
	А,Б,В,Г,Д	Е,Є,Ж,З,І,К	Л,М,Н,О,П	Р,С,Т,У,Ф,Х	Ц,Ч,Ш,Щ,Ю,Я
1	180	680	250	200	400
2	450	90	350	120	370
3	300	400	400	300	600
4	250	300	500	440	120
5 (якщо є)	420	150	100	450	290

Таблиця А.3 – Країни і міста споживання продукції за варіантами

Вантаж	Варіант	Країна-імпортер	Міста потреби продукції
Обладнання	1	Німеччина	Берлін, Мюнхен, Дортмунд, Дрезден, Кельн
	2	Мексика	Гвадалахара, Мехіко, Монтеррей, Мерида, Тампіко
	3	Бразилія	Сан-Паулу, Ріо-де-Жанейро, Бразилія, Белу-Оризонті
	4	Туреччина	Стамбул, Анкара, Діярбакир, Ескішехір, Ерзурум
	5	США	Нью-Йорк, Клівленд, Сан-Антоніо, Мемфіс, Детройт
	6	Франція	Париж, Бордо, Ліон, Ле-Ман, Страсбург
	7	Іспанія	Барселона, Мадрид, Севілья, Вальядолід
	8	США	Норфолк, Сан-Дієго, Х'юстон, Сент-Луїс
	9	Єгипет	Александрія, Каїр, Бур-Сафага, Асуан
Автомобілі	10	США	Нью-Йорк, Сан-Хосе, Сан-Антоніо, Мемфіс, Чикаго
	11	Туреччина	Стамбул, Анкара, Анталія, Ізмір, Ерзурум
	12	Німеччина	Дортмунд, Дрезден, Кельн, Берлін, Лейпциг
	13	Велика Британія	Лондон, Бірмінгем, Глазго, Шеффілд, Лідс
	14	Польща	Варшава, Познань, Краків, Вроцлав, Гданськ
	15	Бразилія	Бразилія, Салвадор, Сан-Паулу, Ріо-де-Жанейро
	16	США	Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Колумбус, Денвер, Атланта
	17	Іспанія	Малага, Мадрид, Севілья, Валенсія, Барселона
Метали	18	Франція	Париж, Бордо, Ліон, Марсель, Мюлуз
	19	Туреччина	Стамбул, Анкара, Самсун, Анталія, Ізмір
	20	Індія	Калькутта, Делі, Мумбай (Бомбей), Хайдарабад, Канпур
	21	США	Чикаго, Нью-Йорк, Клівленд, Фінікс, Детройт
Зерно	22	Японія	Осака, Токіо, Кобе, Саппоро, Кіото
	23	Німеччина	Берлін, Дортмунд, Дрезден, Гамбург
	24	Велика Британія	Лондон, Лідс, Бірмінгем, Глазго, Ліверпуль
	25	Італія	Рим, Турін, Мілан, Генуя, Палермо
	26	Саудівська Аравія	Ер-Ріяд, Мекка, Ед-Даммам, Джидда
Нафто-продукти	27	США	Сан-Хосе, Нью-Йорк, Бомонт, Міннеаполіс, Вашингтон
Вугілля	28	Японія	Осака, Саппоро, Кіото, Токіо, Окаяма
	29	Індія	Асансол, Делі, Пуна, Ченнай (Мадрас), Калькутта
	30	Бразилія	Сан-Паулу, Бразилія, Белу-Оризонті, Порту-Алегрі

Таблиця А.4 – Кількість потрібної продукції, одиниць (тис. тонн)

Місто споживання	Перша буква прізвища				
	А,Е,И,П,Ф,Щ	Б,Є,К,Р,Х,Ю	В,Ж,Л,С,Ц,Я	Г,З,М,Т,Ч	Д,І,Н,У,Ш
1	250	200	180	530	680
2	350	510	450	120	450
3	700	600	300	300	500
4	500	420	200	440	300
5 (якщо є)	100	520	720	450	250

Таблиця А.5 – Дані для визначення вартості доставлення вантажу

Показник	Позначення	Витрата, ум. од.
Вартість перевезення 1 од. (тис. т) вантажу залізничним транспортом на відстань 1 км	ЗТ	$8 + N_{\text{гp}}$
Вартість перевезення 1 од. (тис. т) вантажу автотранспортом на відстань 1 км	АТ	$25 + N_{\text{гp}}$
Вартість перевезення 1 од. (тис. т) вантажу морським транспортом на відстань 1 км	МТ	$2 + N_{\text{гp}}$
Вартість перевезення 1 тис. т вантажу трубопровідним транспортом на відстань 1 км	ТТ	$5 + N_{\text{гp}}$
Витрати на навантаження або вивантаження 1 од. (тис. т) вантажу	Н, В	$70 + N_{\text{гp}}$
Витрати на перевантаження 1 од. (тис. т) вантажу між видами транспорту	П	$90 + N_{\text{гp}}$
Витрати на проходження 1 од. (тис. т) вантажу одного митного контролю	М	$80 + N_{\text{гp}}$
Примітка. $N_{\text{гp}}$ – сума всіх цифр у номері студентської групи		

ДОДАТОК Б

(інформаційний)

Питання до захисту індивідуальних завдань (контрольної роботи)

1 Назвіть країни, міста виробництва і потреби продукції за Вашим варіантом.

2 Назвіть і покажіть на карті або схемі перевезень міста виробництва і призначення продукції за Вашим варіантом.

3 Сформулюйте кратко порядок вирішення задачі оптимізації міжнародних перевезень, яку виконано в цій роботі.

4 Які ознаки Ви враховували, вибираючи можливі шляхи перевезення вантажу?

5 Як Ви сформулювали початкові умови для розрахунків оптимальних шляхів перевезення?

6 Як Ви сформулювали матрицю вартості перевезень?

7 За допомогою карти або схеми перевезень обґрунтуйте Ваш вибір основних потенціальних шляхів перевезення.

8 Які види транспорту Ви застосовували на обраних Вами потенційних шляхах перевезень і чому?

9 Назвіть і покажіть на карті або схемі перевезень пункти перевантаження і перетину державних кордонів на потенційних шляхах перевезень.

10 Як Вами складено таблицю 1.1 – Визначення потенційних шляхів перевезень?

11 Як Вами визначені відстані між основними транспортними вузлами (місцями навантаження, перевантаження і вивантаження)?

12 Як Вами визначені витрати на перевезення вантажу між основними транспортними вузлами?

13 Що являє собою цільова функція при розрахунках задачі оптимізації міжнародних перевезень?

14 Як Вами складена початкова транспортна таблиця № 1.

15 Сформулюйте умову задачі оптимізації міжнародних перевезень.

16 Як Вами складено матрицю питомих витрат № 1?

17 На прикладі будь-якої таблиці з розрахунків поясніть, як Ви розраховували потенціали у матрицях питомих витрат?

18 Застосовуючи будь-яку таблицю з розрахунків, поясніть як Вами здійснена перевірка потенціалів у матрицях питомих витрат?

19 На прикладі будь-якої таблиці з розрахунків поясніть, як розраховано оптимізовані транспортні таблиці?

20 Як Ви визначили сумарні витрати в оптимальному плані перевезень?

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять, індивідуальних завдань
і контрольної роботи
з дисципліни
*«ПРОСТОРОВА ОРГАНІЗАЦІЯ
МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ»*

Відповідальний за випуск Долгополов П. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 23.04.2025 р.

Умовн. друк. арк. 1,75. Тираж . Замовлення № .
Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного
транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.