

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

ЗБІРНИК ЗАДАЧ
Другого етапу Всеукраїнської олімпіади зі спеціальності
„Організація перевезень і управління на транспорті”
(2017 р.)

Укладачі: В. І. Бобровський,
Д. М. Козаченко,
А. М. Окороков,
І. Л. Журавель,
М. І. Березовий,
О. О. Бардась,
Г. Я. Мозолевич

Дніпро
2017

Вступ

В даному збірнику наведені приклади конкурсних задач для проведення змагань серед студентів ВНЗ напряму підготовки «Транспортні технології».

Авторський колектив збірнику рекомендує читачам використовувати нестандартні підходи при розв'язку задач та цікавої розумової розминки.

Задача 1

Підприємство створює центральний логістичний центр, де будуть збиратися комплектуючі від трьох постачальників, та звідки буде відправлятися готова продукція в шість регіональних складів. Розміщення цих постачальників та складів $(x; y)$, а також обсяги продукції (W) , що надходить від постачальників та завозиться споживачам наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні задачі до задачі 1

Об'єкт	X	Y	W
Постачальник 1	91	8	40
Постачальник 2	93	55	60
Постачальник 3	3	86	80
Склад 1	83	26	24
Склад 2	89	54	16
Склад 3	63	87	22
Склад 4	11	85	38
Склад 5	9	16	52
Склад 6	44	48	28

Визначити місце для розміщення логістичного центру.

Задача 2

Торговельна компанія на поточний момент має обсяги продажів у 10 млн. у.о. на рік, при цьому рівень її запасів складає 25 % від обсягів продажу. Річні витрати на зберігання продукції в запасах складає 20 % її (продукції) вартості.

Операційні витрати (з урахуванням вартості запасів) – 7,5 млн. у.о. на рік, а вартість всіх інших активів підприємства – 20 млн. у.о.

Визначити поточне значення прибутковості активів? Як воно зміниться в тому випадку, якщо рівень запасів підприємства буде скорочено до 20 % від обсягів продажу?

Задача 3

З метою зміцнення позиції на ринку керівництво підприємства прийняло рішення розширити торговий асортимент. Вільних фінансових коштів, необхідних для кредитування додаткових товарних ресурсів, підприємство не має. Перед службою логістики було поставлено завдання посилення контролю

товарних запасів з метою скорочення загального обсягу грошових коштів, відмерлого в запасах.

Торговий асортимент фірми, середні запаси за рік, а також обсяги продажів за окремими кварталами представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихідні задачі до задачі 1

Номер позиції	Середній запас за рік по позиції, грн	Реалізація за квартал, грн			
		I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
1	4900	4000	3700	3500	4100
2	150	240	300	340	400
3	200	500	600	400	900
4	1900	3300	1000	1500	2000
5	190	50	70	180	20

Провести аналіз асортименту по методам ABC (середній запас на рік) і XYZ (реалізація за квартал), в результаті чого розподілити асортиментні позиції по групах і сформулювати відповідні рекомендації з управління запасами.

Задача 4

Розрахувати оптимальний рівень замовлення, гарантійний, пороговий та максимальний бажаний запас, якщо має місце система з фіксованим розміром замовлення, та наступні умови:

- витрати на постачання одиниці продукції, що замовляється $c_{пр}$ – 25 у.о.;
- необхідний обсяг постачання Q_3 – 10000 одиниць;
- витрати на зберігання одиниці продукції, що замовляється $c_{зб}$ – 5 у.о.;
- коефіцієнт, що враховує швидкість поповнення запасу на складі k – 0,01;
- кількість робочих днів на рік – 280;
- середній час постачання $t_{пост}$ – 10 днів;
- середня можлива затримка постачання $t_{затр}$ – 3 дні.

Задача 5

В парк прибуття сортувальної станції прибувають у розформування 9 транзитних поїздів та 6 поїздів у розформування. Виконати моделювання категорії 15 поїздів, що прибувають на станцію за зміну з використанням таблиці випадкових чисел.

0,54	0,38	0,29	0,4	0,84	0,74	0,23	0,45
0,52	0,56	0,72	0,12	0,89	0,16	0,06	

По результатам моделювання визначити імовірність того, що два поїзда, що прибувають на станцію послідовно один за одним, будуть мати однакову категорію.

Задача 6

У парку приймання виконується комплекс робіт по обслуговуванню поїзда, що прибув у розформування. Комплекс включає 15 операцій, тривалість яких та черговість виконання представлено у структурно-часовій таблиці 3.

Таблиця 3 – Структурно-часова таблиця

Номер операції	Операція	Безпосередньо попередні операції	Тривалість хв
1	Закріплення составу	–	3
2	Введення повідомлення 201	–	2
3	Пересилання документів	–	6
4	Відчепка поїзного локомотиву	1	0,5
5	Отримання заготовки повідомлення 09	2	1
6	Огородження составу	4	0,1
7	Звіряння документів	3,5	10
8	Технічний та комерційний огляд составу	6	17
9	Введення повідомлення 09	7,8	5
10	Зняття огороження	8	0,1
11	Підготовка сортувального листа	9	5
12	Заїзд маневр локомотиву	10	4
13	Зняття закріплення составу	12	3
14	Насув составу	11,13	5
15	Розформування составу	14	10

Необхідно побудувати сітьовий графік комплексу робіт по обслуговуванню поїзда, що прибув у розформування, знайти критичний шлях робіт на графіку та визначити мінімальну тривалість обслуговування поїзда.

Задача 7

До пункту вивантаження прибувають вагони, інтервали між надходженням яких мають закон розподілу Пуассона. Статистичний ряд розподілу інтервалів між наведений у таблиці 5.

Таблиця 5 – Вихідні дані до задачі 8

Інтервали прибуття, хв	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
Кількість	7	16	30	22	17	8

Всі вагони розвантажуються одним вантажним пристроєм. Тривалість вантажної операції являє собою випадкову величину з параметрами:

- середня тривалість $M[t] = 21,5$ хв;
- середнє квадратичне відхилення $\sigma[t] = 8,5$ хв.

Середня тривалість очікування вантажної операції може бути визначена за формулою Поллачека-Хінчина:

$$t_{оч} = \frac{\psi^2}{2\lambda(1-\psi)} (1 + \vartheta_{об}^2)$$

де ψ – коефіцієнт завантаження вантажного пристрою;

$\vartheta_{об}$ – коефіцієнт варіації тривалості обслуговування вагону;

λ – інтенсивність вхідного потоку.

Визначити інтенсивність вхідного потоку вагонів, середню тривалість їх знаходження на вантажному районі та середню кількість одиниць рухомого складу, що одночасно там знаходяться.

Задача 8

У парк прибуття сортувальної станції прибувають поїзди у розформування. Інтервали прибуття поїздів та час їх обслуговування у парку наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Вихідні дані до задачі 7

Номер поїзда	Інтервал прибуття	Час обслуговування
1	-	24
2	69,6	26,7
3	16,1	14,3
4	43,8	20,8
5	15,4	14,1
6	21,4	15,5
7	10,4	12,9
8	22,6	15,8
9	7,3	12,2
10	3,6	11,3
11	18,5	14,8
12	12,7	13,5
13	29,7	17,4
14	7,3	12,2
15	9,8	12,8

Виконати моделювання роботи парку прибуття як одноканальної системи масового обслуговування з очікуванням. По результатам моделювання визначити середній час очікування обслуговування поїзда, середній час заняття колії поїздом, а також потрібну кількість колій у парку.

Задача 9

Зернові вантажі в морському порту розвантажуються з вагонів у підвагонний приймальний бункер. Зерно з бункера на склад подається конвеєром.

Визначити тривалість розвантаження другої подачі вагонів за умови, що перша подача вагонів розвантажуються у порожній бункер за наступних вихідних даних:

1. Технічна норма завантаження вагону $q_t=50 \text{ т}$;
2. Тривалість розвантаження одного вагону $t_{\text{ван}}=3 \text{ хв}$;
3. Кількість вагонів у подачі, що одночасно подаються під розвантаження – $n_{\text{под}}=12$;

4. Місткість бункера становить $Q_6=500 \text{ т}$, а коефіцієнт використання ємності бункера $k_6=0,9$;

5. Продуктивність конвеєра становить $\Pi_k=600 \text{ т/год}$;

6. Інтервал між закінченням розвантаження попередньої подачі та початком розвантаження наступної $I_{\text{под}}=10 \text{ хв}$.

Задача 10

В порт під перевалку в $T_{\text{ПЗ}}=2^{\text{го}}$ прибуває завантажений залізничний маршрут із 50 орендованих піввагонів з кількістю вантажу 3400 т . Момент готовності вагонів маршруту до розвантаження – $T_{\text{ВЗ}}=3^{\text{го}}$.

Прибуття порожнього річкового состава з двох барж сумарною вантажопідйомністю 3400 т під навантаження очікується о $T_{\text{ПР}}=20^{\text{го}}$. Момент готовності суден до навантаження $T_{\text{ВР}}=22^{\text{го}}$.

Експлуатаційна продуктивність перевантажувального причального комплексу – $\Pi=2 \times 250 \text{ т/год}$.

Вартість вантажних операцій оплачується власником вантажу (орендарем вагонів) і становить:

- при перевантаженні по прямому варіанту – 30 грн/т ;

- при перевантаженні через склад (з урахуванням вартості зберігання вантажу на складі) – 45 грн/т .

Орендна плата за користування одним вагоном складає 1200 грн/добу .

Потрібно зробити висновок про економічну доцільність затримки вагонів і виконання перевалки по прямому варіанту.

Задача 11

В річковий порт одночасно прибули чотири судна з вантажем (22000 т), який повинен перевантажуватися на залізничний транспорт у піввагони. Відомо, що судно A_1 доставило 8000 т руди, A_2 – 6000 т окатишів, A_3 – 3500 т вугілля, A_4 – 4500 т щебню. Технічна норма завантаження вагонів різними вантажами однакова і відповідає вантажопідйомності.

Вантажі розвантажуються по прямому варіанту, а при відсутності вагонів – через склад. Собівартість переробки 1 т вантажу наведена в табл. 6. Загальне число вагонів, поданих в пункт взаємодії, забезпечує вивіз по прямому варіанту тільки 15000 т .

Таблиця 6 – Собівартість перевалки вантажу по варіантах

Судно	Рід вантажу	Собівартість перевалювання вантажу по варіанту, грн./т.	
		Прямий варіант	Через склад
A_1	Руда	10	12
A_2	Окатиші	12	14
A_3	Вугілля	13	18
A_4	Щебінь	14	20

Необхідно оптимізувати процес взаємодії двох видів транспорту, вибравши раціональний розподіл вантажу по варіантах перевантаження з мінімальними витратами.

Задача 12

В річковому порту відбувається перевалка окатишів із залізничних маршрутів у складі 54 вагонів вантажопідйомністю $q_v=66,5 \text{ т}$ в річкові склади з двох однакових суден сумарною вантажопідйомністю $q_p=3600 \text{ т}$.

Зробити висновок про достатність технічного оснащення причального комплексу перевантаження окатишів в річковому порту при наступних вихідних даних:

1. Обсяг перевалки вантажів за період навігації із залізничного транспорту на річковий – $Q_{РК}=1 \text{ млн. т}$;
2. Тривалість навігації – $T_H=200 \text{ діб}$;
3. Тривалість початково-кінцевих операцій з судном біля причалу, під час яких вантажні операції не виконуються $1,5 \text{ год}$;
4. Кількість причалів для перевантаження окатишів, біля кожного з яких одночасно може під вантажними операціями може перебувати одне судно – 3;
5. Експлуатаційна продуктивність перевантажувального комплексу одного причалу – $P=180 \text{ т/год.}$;
6. На кожному з причалів забезпечується потоковість та неперервність процесу розвантаження вагонів.

Задача 13

На мережі шляхів сполучення з пункту А до пункту Б існує три варіанти маршрутів, які відрізняються витратами, пов'язаними з перевезеннями вантажів між цими пунктами. Витрати на перевезення кожним маршрутом залежать від кількості одиниць рухомого складу N на маршруті і виражаються функціями, наведеними в таблиці 7.

Таблиця 7 – Вихідні дані до задачі 13

Номер маршруту	Функція витрат на перевезення
1	$E_1 = 8N_1^2 + 3N_1$
2	$E_2 = 4N_2^2 + 7N_2$
3	$E_3 = 2N_3^2 + 13N_3$

Потрібно визначити:

1. Виконати оптимальний за критерієм загальних витрат розподіл $N = 5$ одиниць рухомого складу з пункту А до пункту Б за варіантами маршрутів.
2. Визначити загальні витрати на перевезення заданої кількості одиниць рухомого складу згідно з отриманим розподілом їх за маршрутами.

Задача 14

Підприємства 6, 7 та 8 здійснюють поставки однорідної експортної продукції до пунктів споживання 1, 2 та 3, що розташовані за кордоном. При перетинанні кордону необхідно здійснити митне оформлення вантажу, яке здійснюється на митних пунктах пропуску 4 та 5. Схема транспортної мережі, об'єми і вартість перевезень наведені на рисунку 1. Пропускна спроможність митних пунктів 4 та 5 обмежена і також задана на рисунку 1.

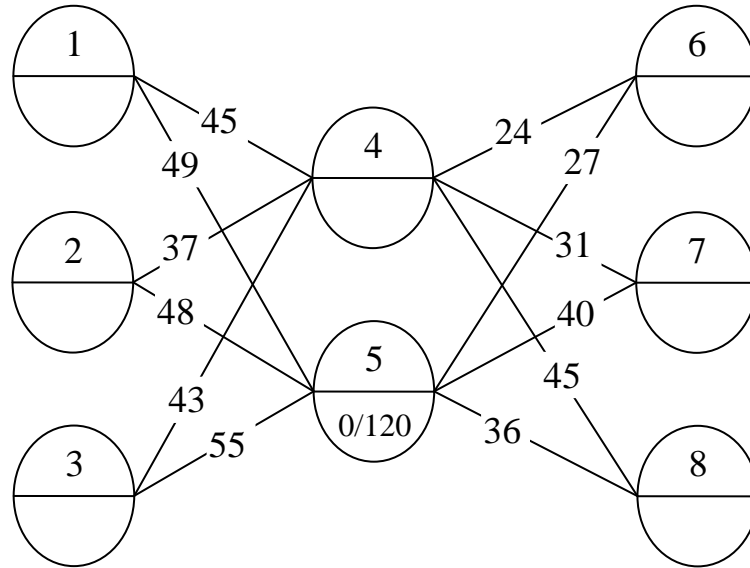


Рисунок 1 – Схема транспортної мережі до задачі 14

Скласти план перевезень, що забезпечує мінімальні загальні витрати на перевезення.

Задача 15

На транспортній мережі виконується перевезення однорідного вантажу. Запаси вантажу в пунктах відправлення, потреби вантажу в пунктах споживання та вартість перевезення по дугам транспортної мережі приведені на рисунку 2.

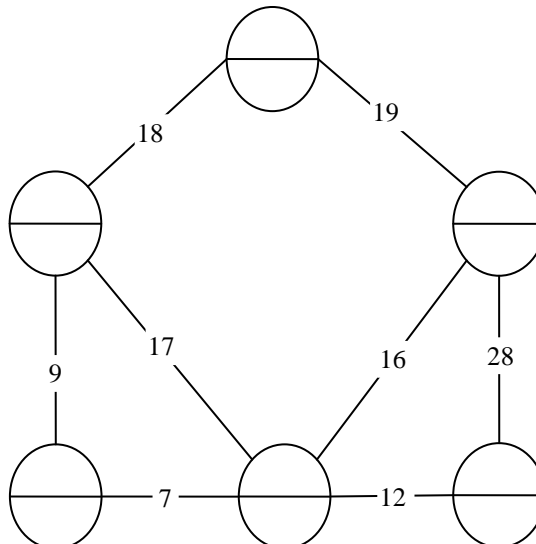


Рисунок 2 – Схема транспортної мережі до задачі 15

Розробити план перевезень, що забезпечує мінімальні загальні витрати, щ по'вязані із доставкою вантажу.

Задача 16

Визначити максимальну пропускну спроможність транспортної мережі при перевезенні із вершини 1 у вершину 10. Схема транспортної мережі, можливий напрямок руху по дугам, пропускна спроможність дуг та вершин задані на рисунку 3.

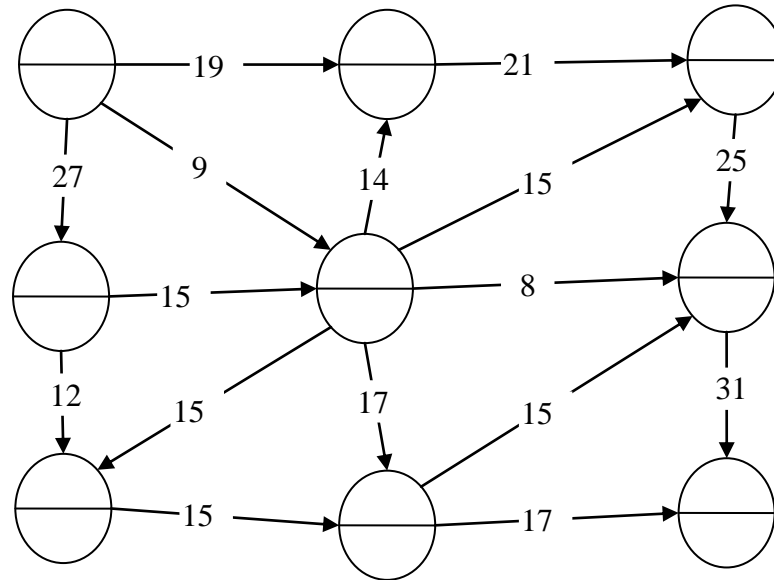


Рисунок 3 – Схема транспортної мережі до задачі 16

Задача 17

Визначити мінімально необхідну тривалість вивантаження кожної з подач транспортних засобів (ТЗ) і середню тривалість знаходження 1 ТЗ під вантажними операціями на майданчику великотоннажних контейнерів (ВТК) за умови забезпечення безпечної роботи механізмів для наступних вихідних даних:

- вибірка статистичних даних щодо типу та маси ВТК і порядку їх прибуття в подачах транспортних засобів на майданчик наведена в таблиці 8;
- існуюча кількість козлових кранів КК-32 на майданчику становить 2;
- експлуатаційна продуктивність кожного з потрібних для виконання вантажних операцій козлових кранів на майданчику ВТК становить 20 конт/год.;
- з усіма транспортними засобами на складі виконуються здвоєні операції;
- довжина складу дозволяє розставити транспортні засоби в подачі вздовж вантажного фронту у необхідній комбінації, а додаткової перестановки транспортних засобів між вивантаженням і завантаженням подачі не передбачено;

- у разі надходження наступної подачі до закінчення вантажних операцій з попередньою транспортні засоби очікують звільнення вантажного фронту після повного виконання операцій (подачі на фронті не суміщаються);
- тривалість заміни подач транспортних засобів на контейнерному майданчику становить 20 хв., а постановки першої подачі або прибирання останньої – 10 хв.;
- на майданчику виконуються вантажні операції з транспортними засобами цілодобово, але в роботі майданчика передбачені регламентовані перерви на обід механізаторів з 01³⁰ до 02³⁰ і з 13³⁰ до 14³⁰ (одночасно виконується технічне обслуговування кранів), перерви на приймання та здавання зміни працівників майданчика з 07⁴⁰ до 08²⁰ і з 19⁴⁰ до 20²⁰, під час яких вантажні операції з транспортними засобами не виконуються (призупиняються до моменту закінчення відповідної перерви);
- тривалість початково-кінцевих операцій з кожною подачею транспортних засобів на контейнерному майданчику складає 0,05 год.

Змоделювати принциповий графік роботи контейнерного майданчика, при цьому моменти прибуття подач на склад визначити з використанням вибірки випадкових величин, які розподілені в інтервалі [0; 1] (див. табл. 9) (середнє статистичне значення інтервалу прибуття подач на склад становить 560 хв.; момент прибуття першої подачі відкладається від 00:00, момент прибуття другої подачі відкладається від моменту прибуття першої подачі тощо, величини хвилин в інтервалах між прибуттями подач округлювати завжди в більший бік).

Таблиця 8 – Вибірка статистичних даних щодо типу та маси ВТК і порядку їх прибуття в подачах транспортних засобів на майданчик

По- дача	Тип контейнера в подачі							
	1-й ТЗ		2-й ТЗ		3-й ТЗ		4-й ТЗ	
	Тип	маса	тип	маса	тип	маса	тип	маса
1	20- футовий + 20- футовий	18 + 21	30- футовий	19	20- футовий + 20- футовий	19 + 16	---	---
2	30- футовий	21	30- футовий	20	20- футовий	17	30- футовий	19
3	30- футовий	20	20- футовий + 20- футовий	15 + 19	---	---	---	---
4	20- футовий + 20- футовий	18 + 16	20- футовий	17	20- футовий	19	---	---

Таблиця 9 – Вибірка випадкових величин, які розподілені в інтервалі [0; 1]

0,3089	0,6339	0,4645	0,7208	0,8770	0,8231
--------	--------	--------	--------	--------	--------

Задача 18

Визначити, на скільки збільшиться переробна спроможність контейнерного майданчика залізничної станції для великотоннажних контейнерів (у контейнерах на добу), якщо існуючу кількість кранів на ньому (1 козловий кран КК-32) доповнити ще одним з аналогічними технічними характеристиками. При цьому необхідно врахувати, що майданчик має місткість 880 контейнерів, працює цілодобово, добова тривалість перерв в роботі майданчика (з врахуванням заміни вагонів на фронті) становить 4 год., експлуатаційна продуктивність крану 20 конт/год., вибірка тривалості зберігання контейнерів на майданчику наведена в таблиці 10.

Таблиця 10 – Вибірка тривалості зберігання контейнерів на майданчику, хв.

2534	1624	1964	2462	2643	1592	1678	2186	1762	861
1862	1532	2430	1693	1867	2673	1923	6531	2935	3652
1935	1323	2186	2062	1679	2864	2986	1234	1864	2466
5320	1864	6531	2735	1962	1862	4348	2426	1692	3652
863	3792	1234	1864	2268	2435	2365	1287	2628	2856
2531	1386	2426	1682	2369	2504	2487	2534	1935	2864
5423	2675	2287	3026	2564	2085	1438	2085	3802	1864
1872	2268	1391	942	2435	1864	1867	1864	863	1692
1026	2035	1467	1249	1986	1762	2063	1762	2531	1386
1256	2684	1539	3642	1765	2385	1143	3625	5346	1736
2534	1624	1964	2462	2643	1592	1678	2186	1762	861
1862	1532	2430	1693	1867	2673	1923	6531	2935	3652

Задача 19

Виконати моделювання принципового графіку роботи складу пакетованих тарно-штучних і пакувальних вантажів за умови мінімізації тривалості вивантаження кожної з 3-х подач за умови забезпечення безпечної роботи засобів механізації для наступних вихідних даних:

- кількість електронавантажувачів Toyota, якими оснащено склад, - 3;
- технічне завантаження одного транспортного засобу – 10 т;
- подачі надходять на склад о 09-30, 13-00 і 15-30;
- в роботі складу передбачено регламентовані перерви на технічне обслуговування електронавантажувачів з 12-45 до 13-15 і з 17-00 до 17-30, під час яких вантажні операції не виконуються;
- експлуатаційна продуктивність кожного електронавантажувача з виконання вантажних операцій – 15 т/год;
- тривалість початково-кінцевих операцій з кожною подачею транспортних засобів – 0,05 години;

- кількість транспортних засобів в кожній з подач складає відповідно 2, 1 і 5, що не перевищує місткості вантажного фронту;
- з усіма вагонами на складі виконуються здвоєні операції, причому додаткової перестановки транспортних засобів в подачі між вантажними операціями не передбачено;
- тривалість постановки та прибирання транспортних засобів на складі становить 10 хв.;
- кількість електронавантажувачів, які можуть обслуговувати одночасно один транспортний засіб з пакетованими тарно-штучними та пакувальними вантажами, не повинна перевищувати 2.

Задача 20

Відправнику необхідно відправити одним транспортним засобом 5 ящиків з обладнанням. Внутрішні розміри кузова транспортного засобу 12000×3000 мм. Характеристики ящиків наступні: маса першого вантажу 10 т, розміри першого вантажу 4000×1500 мм, маса другого вантажу 12 т, розміри другого вантажу 4000×1500 мм, маса третього вантажу 16 т, розміри третього вантажу 4000×3000 мм, маса четвертого вантажу 12 т, розміри четвертого вантажу 4000×1500 мм, маса п'ятого вантажу 8 т, розміри п'ятого вантажу 4000×1500 мм.

Необхідно розробити схему завантаження ящиків до кузова транспортного засобу за умови мінімізації поздовжнього та поперечного зміщення загального центру маси вантажів.

Задача 21

Пасажир виїжджає з міста А до міста В через місто Б.

Між містами А та Б слідує автобуси. Вартість білету $C_{\text{автА}}=60$ грн. Мінімальна тривалість руху автобуса складає 2 години. Через дію випадкових факторів виникає затримка, тривалість якої є випадковою величиною, що розподілена за показниковим законом з математичним очікуванням $M[\tau]=15$ хв.

Між містами Б та В є залізничне та автобусне сполучення. Вартість квитка на поїзд від міста Б до міста В складає $C_{\text{п}}=150$ грн. Квитки на поїзд купуються завчасно до виїзду з пункту А. Витрати часу на пересадку з автобуса на поїзд складають $t_{\text{ап}}=30$ хв. У випадку, якщо пасажир запізнюється на поїзд, він їде з міста Б до міста В автобусом. Вартість білета на автобус складає $C_{\text{автБ}}=300$ грн. Час на купівлю білета та пересадку з автобуса на автобус складає $t_{\text{аа}}=2$ год. Витрати на одну годину перебування пасажирів у місті Б складають $c_{\text{б}}=20$ грн. Відправлення автобусів з міста А відбувається о 6:40, 8:00, 9:00, 10:30. Відправлення поїздів з міста Б відбувається о 10:35, 11:00 та 13:10. Розробити план поїздки таким чином, щоб імовірні витрати, пов'язані з її виконанням, були мінімальними.

Примітка: функція розподілу показникового закону $p = 1 - e^{-\lambda x}$.

Задача 22

Підприємства А та Б здійснюють поставки однорідної продукції до пунктів В, Г та Д. Перевезення між пунктами можуть виконуватись автомобільним та залізничним транспортом. Вартість перевантаження одиниці вантажу з одного виду транспорту на інший складає 20 у.о. Необхідно скласти план перевезень таким чином, щоб їх загальна вартість була б мінімальною. Схема транспортної мережі, обсяги перевезень, а також вартість перевезень (у.о.) одиниці продукції наведені на рисунку 4 (залізниця показана подвійною лінією, а автошляхи – одинарною).

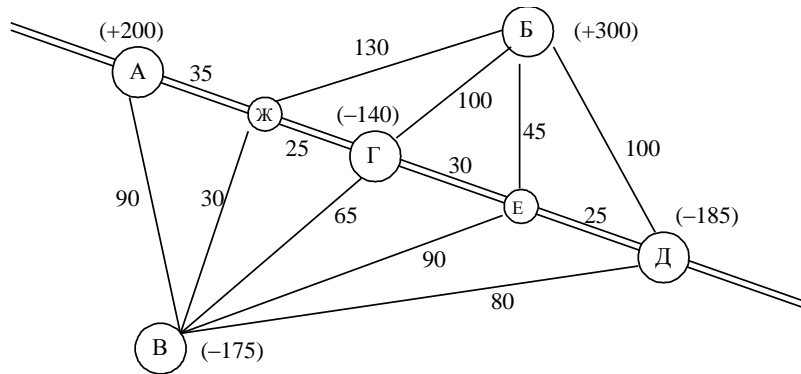


Рисунок 4 – Транспортна мережа з вихідними даними

Задача 23

На вантажному складі зберігається шість типів вантажів, які необхідно завантажити у вагони. Вантажні операції можуть здійснювати шість навантажувачів. Внаслідок відмінностей у технічних характеристиках навантажувачів продуктивність їх роботи з різними вантажами є різною; відповідні значення продуктивності роботи навантажувачів (т/год.) задані у таблиці 11. Необхідно таким чином закріпити навантажувачі за вантажами, щоб за час $T=3$ год. загальні обсяги навантаження у вагони були максимальними.

Таблиця 11 – Вихідні дані до задачі 23

Навантажувачі	Вантажі					
	1	2	3	4	5	6
1	32	25	17	36	20	44
2	28	22	26	18	15	24
3	33	27	31	25	16	39
4	40	21	28	33	22	35
5	28	31	35	25	19	30
6	25	19	29	22	15	27

Задача 24

Деякий технологічний процес формалізований на основі структурно-часової таблиці. Гранично допустима тривалість виконання усього технологічного процесу становить $T_0 = 60$ хв. Відомо, що в i -ту роботу можна вкласти деякий обсяг ресурсів x_i у розмірі не більш, ніж c_i . При цьому час виконання роботи зменшується відповідно до лінійної залежності:

$t'_i = t_i (1 - b_i x_i)$, $x_i \leq c_i$. Вартість одиниці ресурсів при вкладанні у i -ту роботу становить α_i . Значення b_i , c_i та α_i задані у таблиці 12. Потрібно визначити обсяги вкладень ресурсів у роботи так, щоб тривалість виконання технологічного не перевищувала T_0 , а загальна вартість вкладень була мінімальною.

Таблиця 12 – Структурно-часова таблиця

№ пор.	Попередні роботи	Тривалість t_i , хв	b_i	c_i	α_i , грн.
1	–	10	0,23	3	4
2	–	15	0,15	4	3
3	1	12	0,18	5	2,5
4	2	25	0,12	4,5	3
5	2	35	0,2	3	5
6	2	18	0,3	2	3,5
7	3	20	0,22	3	4,5
8	1, 4	10	0,16	4	2,5
9	5, 6	17	0,25	3,5	4
10	3, 8, 9	13	0,1	5	2