

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

**ЗБІРНИК ЗАДАЧ**  
*Другого етапу Всеукраїнської олімпіади зі спеціальності*  
*«Транспортні технології (за видами)»*  
*(2019 р)*

*Укладачі: В. І. Бобровський,  
Д. М. Козаченко,  
А. М. Окороков,  
І. Л. Журавель,  
М. І. Березовий,  
Т. В. Болвановська,  
В. В. Малашкін*

*Дніпро  
2019*

## Вступ

В даному збірнику наведені приклади конкурсних задач для проведення змагань серед студентів ЗВО за спеціальністю «Транспортні технології (за видами)».

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

### Задача 1

На станцію за добу прибуває 65 транзитних поїздів, з яких 25 поїздів мають призначення на станцію А та 40 поїздів – на станцію Б. Інтервал прибуття поїздів  $I$  є неперервною випадковою величиною, розподіленою за законом Ерланга з параметром  $k = 2$ ; мінімальний інтервал прибуття поїздів  $I_{\min} = 7$  хв.

Виконати моделювання розкладу прибуття поїздів за 8 годин. По результатам моделювання визначити математичне очікування інтервалу  $I_T$  прибуття на станцію транзитних поїздів, що мають призначення на станцію А, а також імовірність того, що два транзитних поїзда, які прибувають на станцію послідовно один за одним, мають різне призначення.

### Задача 2

У групі з 8 вагонів випадкова кількість технічно несправних вагонів розподілена за біноміальним законом. Імовірність наявності у вагоні несправності – 0,17. Виконати моделювання кількості несправних вагонів у 12 групах. За результатами моделювання визначити імовірність того, що у групі буде виявлено не більше 3 несправних вагонів, а також їх середню кількість.

### Задача 3

На сортувальну станцію прибувають транзитні поїзди. У приймально-відправному парку станції виконується обробка кожного поїзда бригадою технічного обслуговування, після чого він відправляється зі станції. Інтервали прибуття поїздів та час їх обслуговування наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані до задачі 3

Поїзд	Інтервал прибуття, хв	Час обслуговування, хв
1	-	21
2	45	33
3	26	47
4	73	24
5	49	30
6	42	25
7	30	23
8	11	25
9	34	18
10	26	23
11	24	16
12	47	32

Виконати моделювання роботи приймально-відправного парку як одноканальної системи масового обслуговування з очікуванням. По результатам моделювання визначити середній час перебування поїзда на станції, середній час очікування бригадою поїзда, потрібну кількість колій для обслуговування поїздів та ймовірність того, що прибуваючий поїзд буде прийнятий до обслуговування без очікування.

#### Задача 4

На складі зберігається  $k=3$  типів тарно-штучного вантажу у кількості  $n_1=25$  т,  $n_2=35$  т,  $n_3=15$  т. Для кожного типу вантажу відомі характеристики одного вантажного місця: маса  $q_1=0,75$  т,  $q_2=1$  т,  $q_3=1,5$  т, об'єм  $v_1=1$  м<sup>3</sup>,  $v_2=2,5$  м<sup>3</sup>,  $v_3=1,5$  м<sup>3</sup> та тривалість завантаження у вагон  $t_1=0,05$  год.,  $t_2=0,15$  год.,  $t_3=0,08$  год. На склад подано 1 критий вагон, вантажопідйомністю  $Q=68$  т та місткістю  $V=120$  м<sup>3</sup>. Необхідно завантажити вагон таким чином, щоб його вантажопідйомність та об'єм були використані не менш ніж на 75%, а загальний час завантаження вагона був мінімальним.

#### Задача 5

Для вивантаження суден у чотири порти  $П_j$  протягом трьох діб потрібно подати порожні вагони з трьох сортувальних станцій  $С_i$ . Необхідно таким чином розподілити вагони між станціями та портами, щоб загальний пробіг вагонів був мінімальним. Дані про потреби портів у вагонах, наявну кількість порожніх вагонів та їх добове надходження на сортувальні станції, а також про відстані між портами та станціями наведено у таблиці 2. Врахувати, що середня швидкість просування вагонів від станцій до портів складає 380 км/добу.

Таблиця 2 – Вихідні дані для задачі 5

Сортувальні станції	Порти				Наявність вагонів	Добове надходження
	$П_1$	$П_2$	$П_3$	$П_4$		
$С_1$	460	430	820	770	97	105
$С_2$	670	860	580	450	132	83
$С_3$	270	390	940	670	121	67
Потреби	147	151	203	116	–	–

#### Задача 6

Чотири підприємства  $П_i$  промислового об'єднання є клієнтами залізниці. Щоденно кожному з підприємств необхідно завантажити  $n_i$  вагонів однотипного вантажу на одній із вантажних станцій  $С_j$  залізничного вузла. Доставка вантажу на станції здійснюється автотранспортом. Вартість перевезення автотранспортом вантажу обсягом у один вагон на відстань 1 км складає 250 грн. У випадку, якщо на станції за добу завантажуються не більше 4 вагонів від одного підприємства, то перевантаження з автомобілів здійснюється за прямим варіантом, інакше – виникають додаткові витрати, пов'язані з перевантаженням та зберіганням вантажу на складі у розмірі 550 грн/вагон. Необхідно розробити план завантаження вагонів на станціях вузла таким чином, щоб загальні витрати були мінімальними. Дані про добове надходження вантажу від підприємств, переробну спроможність станцій та про відстані між підприємствами та станціями наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Вихідні дані для задачі 6

Підприємства	Вантажні станції			Надходження вантажу, ваг.
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	
$P_1$	10	7	6	5
$P_2$	12	9	4	6
$P_3$	7	8	12	4
$P_4$	9	5	9	7
Переробна спроможність, ваг/добу	10	7	11	–

### Задача 7

Автопідприємство має парк автомобілів вантажопідйомністю 2 т та 4 т, які базуються у чотирьох гаражах  $\Gamma_i$ . В диспетчерський центр автопідприємства надійшли замовлення від чотирьох клієнтів  $K_i$  на перевезення неподільних відправок вагою 1 т, 2 т та 4 т. Необхідно розробити такий план подачі автомобілів від гаражів до клієнтів, що забезпечуватиме мінімальний загальний пробіг рухомого складу. Дані про розподіл автомобілів по гаражам, потреби клієнтів у відправленні вантажів, а також про відстані між пунктами наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Вихідні дані для задачі 7

Гаражі	Клієнти				Наявність автомобілів	
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	2 т	4 т
$\Gamma_1$	20	28	14	22	5	4
$\Gamma_2$	18	14	12	9	3	0
$\Gamma_3$	10	18	16	24	4	2
$\Gamma_4$	28	12	9	6	6	0
Наявність відправок	1 т	4	2	2	6	–
	2 т	2	1	6	2	–
	4 т	1	3	0	1	–

### Задача 8

Нафтопродукти від пунктів  $A_i$  перевозяться до пунктів споживання  $B_j$  залізничним транспортом. Визначити на скільки скоротяться витрати на перевезення після побудови трубопроводу з пункту  $A_4$  в пункт  $B_1$ , який буде перекачувати 12 млн. т/рік, якщо приведені річні витрати на його побудову і експлуатацію складуть 70 млн. грн. Дані про обсяги запасів та потреб нафтопродуктів, а також про витрати на залізничні перевезення 1 т наведено у таблиці 5.

Таблиця 5 – Вихідні дані для задачі 8

Пункти відправлення	Пункти споживання				Запаси, млн. т
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	
$A_1$	16	9	7	5	4
$A_2$	11	12	14	4	8
$A_3$	9	11	7	16	6
$A_4$	8	8	13	12	12
$A_5$	7	13	10	9	5
Потреби, млн. т	15	5	6	9	–

### Задача 9

Вантажний район залізничної станції обслуговує місто. Вивезення вантажів зі станції та їх ввезення на станцію виконується однотипними автомобілями. Кількість рейсів, що необхідна для задоволення заявок, наведено у таблиці 6. Схема доріг міста та відстані між пунктами навантаження та вивантаження зображені на рисунку 1. Якщо в пунктах навантаження не вистачає автомобілів, то вони направляються туди зі станції, надлишкові автомобілі направляються на станцію. Станції відповідає вершина № 1. Необхідно розробити план роботи автомобілів таким чином, щоб їхні порожні пробіги були мінімальними.

Таблиця 6 – Вихідні дані для задачі 9

Пункт мережі	2	3	4	5	6	7	8	9
Вивантаження, авт.	22	20	10	5	17	27	4	10
Навантаження, авт.	2	4	10	20	8	2	14	30

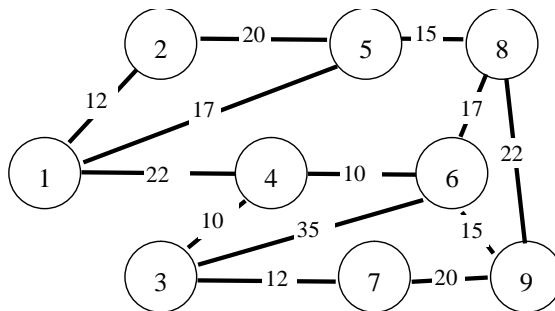


Рисунок 1 – Транспортна мережа з даними до задачі 9

### Задача 10

Три підприємства Г, Д та Ж промислового об'єднання є клієнтами залізниці. На їх адресу щоденно на станції  $C_1$  та  $C_2$  залізничного вузла надходять вагони з однотипною продукцією від виробників А, Б та В. Від станцій продукція на підприємства доставляється автомобілями. При вивантаженні не більше 200 т на станції  $C_1$  та не більше 300 т на станції  $C_2$  перевантаження з вагонів у автомобілі здійснюється по прямому варіанту, інакше – виникають додаткові витрати на перевантаження та зберігання надлишку вантажу на складі у розмірі 10 у.о./т. Вартість перевезення 1 т вантажу на 1 км залізничним транспортом складає 1 у.о., а автомобільним транспортом – 3 у.о. Схему транспортної мережі, відстані між пунктами, а також обсяги відправлення та споживання наведено на рисунку 2 (залізничні шляхи виділено жирною лінією).

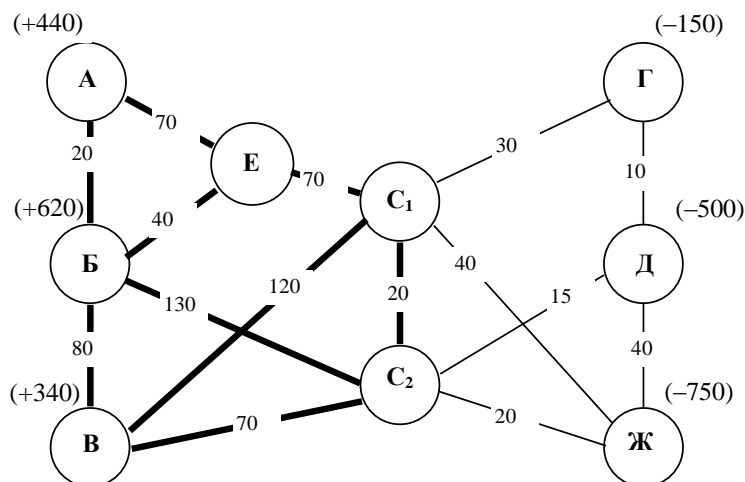


Рисунок 2 – Транспортна мережа з вихідними даними до задачі 10

### Задача 11

На вантажному складі зберігається п'ять типів вантажів, які необхідно завантажити у вагони. Вантажні операції можуть здійснювати п'ять 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 7. Необхідно таким чином закріпити навантажувачі за вантажами, щоб за час  $T=3$  год загальні обсяги навантаження у вагони були максимальними.

Таблиця 7 – Вихідні дані для задачі 11

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 12

На складі зберігається шість типів вантажів. Маса одного місця кожного типу вантажу та його вартість задані у таблиці 8. У автомобіль вантажопідйомністю 35 т необхідно завантажити не більше як по одному місцю кожного типу вантажу, щоб при цьому загальна вартість вантажів у автомобілі була максимальною.

Таблиця 8 – Вихідні дані для задачі 12

Тип вантажу	1	2	3	4	5	6
Маса, т	4	7	11	12	16	20
Вартість, тис. грн.	7	10	15	20	27	34

### Задача 13

Компанії необхідно визначити найкращого постачальника виходячи з наявних даних, які наведені в таблиці 9.

Таблиця 9 – Вихідні дані для задачі 13

	Вартість товару, грн	Відстань від клієнта, км	Кількість порушень на 1000 постачань
Постачальник 1	500	500	1
Постачальник 2	900	250	2
Постачальник 3	400	800	0

При прийнятті рішення прийняти до уваги наступні співвідношення домінуючих факторів:

- фактор вартості товару має абсолютну перевагу перед фактором відстані від клієнта;
- фактор вартості товару має очевидну перевагу перед фактором відстані від клієнта;
- фактор кількості порушень має істотну перевагу перед фактором відстані до клієнта.

Значення випадкового індексу для 3 факторів прийняти рівним 0,58.

### Задача 14

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  $c_{\text{пр}} - 25$  у.о.;
- необхідний обсяг постачання  $Q_3 - 10000$  одиниць;
- витрати на зберігання одиниці продукції, що замовляється  $c_{36} - 5$  у.о.;
- коефіцієнт, що враховує швидкість поповнення запасу на складі  $k - 0,01$ ;
- кількість робочих днів на рік  $- 280$ ;
- середній час постачання  $t_{\text{пост}} - 10$  днів;
- середня можлива затримка постачання  $t_{\text{затр}} - 3$  дні.

### Задача 15

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 10.

Таблиця 10 – Вихідні задачі до задачі 15

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 16

Визначити, на скільки збільшиться переробна спроможність контейнерного майданчика для великотоннажних контейнерів (у контейнерах на добу за умови їх одноярусного розміщення), якщо існуючу кількість кранів на ньому (1 козловий кран КК-32) доповнити ще одним із аналогічними технічними характеристиками. При цьому необхідно врахувати, що майданчик має місткість 875 контейнерів, працює цілодобово, добова тривалість перерв в роботі майданчика (з урахуванням заміни вагонів на вантажному фронті) становить 4,3 год, експлуатаційна продуктивність крану 22 конт/год, вибірка тривалості зберігання контейнерів на майданчику наведена в таблиці 11.

Таблиця 11 – Вихідні дані для задачі 16

1982	1862	4348	2426	1692	3632
2248	2535	2365	3187	2728	2856
2369	2489	2487	2534	1935	2964
2567	2095	1438	2065	3812	1864

### Задача 17

Шляхом моделювання принципового графіку роботи контейнерного майданчика необхідно визначити мінімальну потрібну тривалість вивантаження кожної з подач транспортних засобів (ТЗ) і середню тривалість знаходження одного ТЗ під вантажними операціями на майданчику великотоннажних контейнерів (ВТК) за умови обов'язкового забезпечення безпечної роботи механізмів для наступних вихідних даних:

- моменти прибуття подач на склад, вибірка статистичних даних про тип і масу ВТК та порядку їх прибуття в кожній подачі транспортних засобів на контейнерний майданчик наведена в таблиці 12;

- існуюча кількість козлових кранів КК-32 на контейнерному майданчику становить 2;

- експлуатаційна продуктивність кожного з потрібних для виконання вантажних операцій козлових кранів на майданчику ВТК становить 60 т/год;

- з першим і третім транспортними засобами на складі виконуються здвоєні операції, а з другим і четвертим – одиночні (тільки вивантаження);

- довжина складу дозволяє розставити транспортні засоби в подачі вздовж вантажного фронту у необхідній комбінації, а додаткова перестановка транспортних засобів на складі між вивантаженням і завантаженням подачі не передбачена;

- у разі надходження наступної подачі до закінчення вантажних операцій із попередньою транспортні засоби очікують звільнення вантажного фронту після повного виконання операцій (подачі на фронті не суміщаються);

- тривалість постановки кожної подачі на контейнерний майданчик та її прибирання звідти становить 20 хв.;

- на майданчику виконуються вантажні операції з транспортними засобами цілодобово, але в роботі майданчика передбачені регламентовані перерви на обід механізаторів з 01<sup>00</sup> до 02<sup>00</sup> і з 13<sup>00</sup> до 14<sup>00</sup> (одночасно з цим виконується технічне обслуговування кранів), перерви на приймання та здавання зміни працівників майданчика з 07<sup>45</sup> до 08<sup>15</sup> і з 19<sup>45</sup> до 20<sup>15</sup>, під час яких не виконуються як вантажні операції з транспортними засобами (призупиняються до моменту закінчення відповідної перерви), так і маневрові операції;

- тривалість початкових або кінцевих операцій з кожною подачею транспортних засобів на контейнерному майданчику складає 0,08 години.



Таблиця 12 – Вибірка статистичних даних про тип і масу ВТК та порядок їх прибуття в подачах транспортних засобів на контейнерний майданчик

№ подачі та час її прибуття на склад	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 05-56	30-футовий +	20 +	20-футовий +	15 +	---	---	---	---
2 09-09	30-футовий	18	30-футовий	20	20-футовий	17	30-футовий	19
3 13-13	20-футовий +	16 +	30-футовий	18	20-футовий +	19 +	---	---
4 19-59	20-футовий +	18 +	20-футовий	19	20-футовий	21	---	---

### Задача 18

Для проектування пункту перевалки вантажів із залізничного транспорту на річковий необхідно визначити мінімальну годинну переробну спроможність перевантажувальних механізмів за умови завантаження лінії не більше ніж на 80%, яка забезпечить заданий обсяг перевалки при будівництві одного причалу.

Умови роботи цього пункту наступні:

1. Обсяг перевалки вантажів за період навігації із залізничного транспорту на річковий –  $Q = 580000$  т;
2. Тривалість навігації –  $T_n = 200$  діб;
3. Вантажопідйомність залізничного маршруту та річкового составу з двох суден узгоджена і становить –  $q = 2800$  т;
4. Тривалість підготовчо-заклучних операцій з вагонами одного маршруту на розвантажувальній колії коли вантажні операції припиняються становить 1,5 год.;
5. Тривалість підготовчо-заклучних операцій з судами біля причалу коли вантажні операції припиняються становить 3,0 год.;
6. Тривалість роботи перевантажувальних механізмів на протязі доби становить 22 год.

### Задача 19

Необхідно оптимізувати процес взаємодії двох видів транспорту, вибравши раціональний розподіл вантажу по варіантах перевантаження з мінімальними витратами для наступних вихідних даних:

В річковий порт одночасно прибули чотири судна з вантажем (17000 т), який повинен перевантажуватися на залізничний транспорт у піввагони. Відомо, що судно  $A_1$  доставило 5000 т руди,  $A_2$  – 3800 т антрациту,  $A_3$  – 4000 т

окатишів,  $A_4$  – 4200 т щебеню. Технічна норма завантаження вагону для будь-якого вантажу дорівнює вантажопідйомності вагону.

Вантажі розвантажуються по прямому варіанту або, при відсутності вагонів, через склад. Собівартість переробки 1 т вантажу по варіантах приведена в таблиці 13. Загальне число вагонів, поданих в пункт взаємодії, забезпечує вивіз по прямому варіанту тільки 12400 т.

Таблиця 13 – Собівартість перевалки вантажу по варіантах

Судно	Рід вантажу	Собівартість перевалювання вантажу по варіанту, грн./т.	
		судно-вагон	судно-склад-вагон
$A_1$	Руда	135	155
$A_2$	Вугілля	96	120
$A_3$	Окатиші	108	134
$A_4$	Щебінь	116	140

### Задача 20

Встановити чи доцільно затримати 20 завантажених вагонів з окатишами масою нетто  $Q_n=1400$  т у річковому порту на 42 години в очікуванні прибуття судна, а не розвантажувати на склад за наступних вихідних даних:

1. Різниця вартості перевалки окатишів по варіантах вагон-склад-судно та вагон-судно становить  $E_{пер}=28$  грн/т.

2. Вартість однієї вагоно-години простою  $E_{в-г}=40$  грн.

### Задача 21

В морському порту виконується перевалка зернових вантажів із спеціалізованих вагонів на судно. Вантаж з вагонів зсипається під дією власної ваги через нижні люки у прийомний бункер. В процесі розвантаження вагони переміщуються маневровим локомотивом. З прийомного бункера вантаж переміщується на судно конвеєром.

Розрахувати час на розвантаження подачі з 15 вагонів з ячменем через нижні люки у приймальний бункер у морському порту для таких вихідних даних:

- ємність приймального бункера –  $Q_{б,}=700$  т;
- технічна норма завантаження вагона –  $p_T=60$  т;
- тривалість циклу розвантаження одного вагону разом з переміщенням на фронт розвантаження –  $t_{ВАН}=1,5$  хв.;
- продуктивність конвеєра для передачі вантажу з приймального бункера –  $q_{ГОД}=400$  т/год.

Звідси  $n=12$  вагонів.

### Задача 22

Пасажир виїжджає з міста А до міста В через місто Б. Між містами А та Б слідує автобуси. Відправлення автобусів з міста А відбувається о 8:00, 8:20, 8:35 та 8:50. Мінімальна тривалість руху автобуса складає 0,5 години. Через дію випадкових факторів виникає затримка, тривалість якої є випадковою величиною, що розподілена за показниковим законом з математичним очікуванням  $M[\tau]=6$  хв.

Між містами А та В є залізничне сполучення. Час руху поїзда 2 год. Час на пересадку з автобуса на поїзд складає  $t_a=0,5$  год. Поїзд відправляється о 10:00. Якщо пасажир не встигає на поїзд о 10:00, то він їде поїздом о 15:00. Визначити, яким автобусом необхідно виїжджати з міста А так, щоб математичне очікування тривалості поїздки між містами А та В було мінімальним. Яке при цьому буде математичне очікування тривалості поїздки?

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