

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий механічний інститут
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-264М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення та виконання практичних завдань з навчальної дисципліни «Дослідження операцій в транспортних системах» для здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою першого рівня вищої освіти за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» заочної форми навчання

Рекомендовано
науково–методичною радою
з якості ННМІ
Протокол №4 від 31.12.2024р.

Методичні вказівки до самостійного вивчення та виконання практичних завдань з навчальної дисципліни «Дослідження операцій в транспортних системах» для здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою першого рівня вищої освіти за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» заочної форми навчання [Електронне видання] / Сліпенький Є. Б., Пашкевич С. М., – Рівне : НУВГП, 2025. – 49 с.

Укладачі: Сліпенький Є. Б., ст. викладач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу; Пашкевич С. М., к.т.н., доц. кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Відповідальний за випуск: в.о. завідувача кафедри Никончук В. М., д.е.н., професорка.

Керівник групи забезпечення спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» Хітров І. О.

Попереднє видання МВ 02-02-124.

© Є. Б. Сліпенький, С. М. Пашкевич, 2025
© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2025

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	5
ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
Змістовий модуль 1	
ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ. ЦІЛОЧИСЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.....	7
Тема 1. Основні поняття і визначення дослідження операцій. Методологія дослідження операцій. Поняття про математичні моделі. Практична робота для самостійного виконання № 1	
ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ...	7
Таблиця 1.1	
Тема 2. Вирішення задач дослідження операцій методами лінійного програмування. Побудова математичної моделі. Цільова функція та обмеження в постановці задач. Практична робота для самостійного виконання № 2	
РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ГРАФІЧНИМ МЕТОДОМ.....	9
Тема 3. Задачі дослідження операцій транспортного типу. Практична робота для самостійного виконання № 3	
РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ EXCEL ...	12
Тема 4. Вирішення задач дослідження операцій методами лінійного програмування. Побудова математичної моделі в середовищі електронних таблиць Excel. Практична робота для самостійного виконання № 4	
РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ В СЕРЕДОВИЩІ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ EXCEL.....	14

Тема 5. Задачі динамічного програмування.

Практична робота для самостійного виконання № 5

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В
СЕРЕДОВИЩІ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ EXCEL 21

Тема 6. Методи та задачі цілочисельного програмування. Задача
комівояжера.

Практична робота для самостійного виконання № 6

СІТКОВІ ГРАФІКИ 24

Змістовий модуль 2

ТЕОРІЯ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ТРАНСПОРТНИХ
СИСТЕМ 39

Тема 7. Застосування теорії масового обслуговування при вирішенні
задач дослідження операцій. Структура та класифікація систем
масового обслуговування.

Практична робота для самостійного виконання №7

СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ 39

Тема 8. Моделі управління запасами.

Практична робота для самостійного виконання №8

ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ 42

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 49

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Складність процесів управління сучасними підприємствами та необхідність швидкого реагування на зміни зовнішніх факторів, що впливають на господарську діяльність, зумовлюють необхідність використання математичних методів, зокрема дослідження операцій, динамічного програмування та методів управління сітковим плануванням, для демонстрації економічної ефективності управлінських рішень. Для демонстрації економічної ефективності управлінських рішень необхідно використовувати математичні методи, зокрема дослідження операцій, динамічного програмування та методи сіткового планування. Підготовка фахівців з транспортних технологій вимагає оволодіння різноманітними методами та прийомами як безпосереднього застосування математичних методів для прийняття рішень, так і реалізації цих методів засобами комп'ютерних технологій.

Курс «Дослідження операцій в транспортних системах» призначений для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)». Студенти повинні уміти: самостійно складати математичні моделі складних транспортних систем, застосовувати методи оптимізації для вирішення виробничих задач, застосовувати ПЕОМ і сучасні програмні продукти при вирішенні оптимізаційних задач.

Мета методичних вказівок – допомогти студентам закріпити теоретичний матеріал з дисципліни «Дослідження операцій в транспортних системах» на основі самостійного вирішення практичних завдань.

У процесі виконання завдань студенти глибше опановують питання побудови і аналізу моделей функціонування транспортних систем, показників для оцінки ефективності транспортних операцій і застосуванням математичного інструментарію дослідження операцій, а також розвитку творчих здібностей та ініціативи при вирішенні поставлених завдань на практиці.

У методичних вказівках викладено послідовність виконання завдань. Роботу студенти виконують відповідно до варіантів, індивідуально з допоміжними розрахунками. Студенти передають викладачеві виконані завдання для перевірки з подальшим їх захистом.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 27 «Транспорт»	Нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		2-й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: не передбачене		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		4-й	5-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8	Рівень вищої освіти: перший	30 год	2 год
		Практичні	семінарські
		30 год	14год
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		120 год.	164год
		Індивідуальні завдання: -	
		Форма контролю:	
екзамен	екзамен		

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить(%):

- для денної форми навчання – 66,7
- для заочної форми навчання – 8,7

Змістовий модуль 1
ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ. ЦІЛОЧИСЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

Тема 1. Основні поняття і визначення дослідження операцій.
Методологія дослідження операцій. Поняття про математичні моделі.

Практична робота для самостійного виконання № 1
ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ

***Мета:** набуття і закріплення навичок побудови лінійних економіко-математичних моделей.*

Завдання

Нехай деяке підприємство може випускати продукцію двох видів П1 і П2, використовуючи при цьому сировину трьох видів: С1, С2, С3. Відомі норми витрати сировини i -го виду на одиницю продукції j -го виду A_{ij} , запаси сировини i -го виду V_i і прибуток від реалізації одиниці продукції j -го виду D_j . Скласти такий план випуску продукції, щоб сумарний прибуток від її реалізації був найбільшим.

Вихідні дані: таб. 1.1

Вибір варіанту 1-10 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи (повторюється у кожному наступному десятку).

Таблиця 1.1

Вихідні дані

1	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	2	3	4	3	3	2	30	35	28	5	4
2	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	3	5	4	1	5	3	22	20	34	9	5
3	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	7	8	9	8	6	9	150	167	126	12	13
4	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	1	3	2	2	1	4	150	170	130	4	5
5	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	8	4	6	7	3	4	144	164	100	9	8
6	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	3	7	6	7	4	8	150	168	172	2	3
7	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	3	5	6	5	4	6	150	170	180	24	25
8	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	3	4	6	5	4	6	120	168	205	16	15
9	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	2	3	7	6	9	8	48	64	90	9	8
10	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	A_{31}	A_{32}	B_1	B_2	B_3	D_1	D_2
	8	7	6	5	9	10	84	70	92	7	6

Контрольні запитання

1. Що розуміють під назвою «дослідження операцій»?
2. Які основні етапи дослідження операцій?
3. В яких ситуаціях використовуються змінні з двома індексами при побудові математичної моделі задачі оптимізації?
4. Наведіть приклад операції, в якій невідомі величини приймають цілі значення.
5. Що таке цільова функція задачі дослідження операцій?
6. В якому вигляді записуються обмеження на невідомі змінні в задачах дослідження операцій?
7. Чи можна розглядати задачу про призначення як окремий випадок транспортної задачі?
8. Який зміст мають змінні в задачах оптимального розкрою?

Тема 2. Вирішення задач дослідження операцій методами лінійного програмування. Побудова математичної моделі. Цільова функція та обмеження в постановці задач.

Практична робота для самостійного виконання № 2 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ГРАФІЧНИМ МЕТОДОМ

Мета: закріпити знання теорії двоїстості в лінійному програмуванні та вміння практично використовувати двоїсті оцінки в аналізі економічних моделей. При виконанні завдань студенти мають набути та закріпити навички побудови лінійних економіко-математичних моделей; виконання аналізу розв'язків задач лінійного програмування; оцінки рентабельності продукції, що випускається, і нової, виготовлення якої планується; проведення аналізу обмежень дефіцитних і недефіцитних ресурсів.

Завдання

Вихідні дані: таб. 2.1

Вибір варіанту 1-30 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи. Розв'язати графічно задачу лінійного програмування

Таблиця 2.1

Вихідні дані

<p>1. $0,5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $0,5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 - x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 1 \\ 2x_1 + x_2 \geq 6 \\ x_2 \geq 1 \end{cases}$	<p>11. $2x_1 + 0,5x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 0,5x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ -x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 + 2x_2 \geq 6 \\ x_2 \geq 1 \end{cases}$	<p>21. $x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 - x_2 \geq 0 \\ -x_1 + 3x_2 \geq -3 \\ x_1 \geq 1, x_2 \geq 0 \end{cases}$
<p>2. $2x_1 + 0,5x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 0,5x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ -x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 + 2x_2 \geq 6 \\ -x_1 + 0,5x_2 \geq -4 \\ x_2 \geq 1 \end{cases}$	<p>12. $2x_1 - 0,5x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 - 0,5x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} x_1 - x_2 \leq 6 \\ -x_1 - x_2 \leq 1 \\ x_1 - 2x_2 \geq 6 \\ x_2 \leq -1 \end{cases}$	<p>22. $-2x_1 - 3x_2 \rightarrow \min$ $-2x_1 - 3x_2 \rightarrow \min$</p> $\begin{cases} x_1 + 5x_2 \geq 6 \\ x_1 - x_2 \leq 4 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ 4x_1 - 3x_2 \geq 0 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$
<p>3. $2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 - x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} 3x_1 + x_2 \leq 16 \\ x_1 - x_2 \geq -2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 1 \\ 2x_1 + x_2 \geq 6 \\ 0,5x_1 + x_2 \geq 4 \end{cases}$	<p>13. $2x_1 - 5x_2 \rightarrow \min$ $2x_1 - 5x_2 \rightarrow \min$</p> $\begin{cases} 3x_1 - x_2 \geq 6 \\ x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1 - 2x_2 \leq 6 \\ x_2 \geq -1 \end{cases}$	<p>23. $4x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $4x_1 + x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 8 \\ 8x_1 - x_2 \geq 2 \\ -x_1 + 4x_2 \geq -3 \\ x_1 \geq 1, x_2 \geq 0 \end{cases}$
<p>4. $-3x_1 - 2x_2 \rightarrow \max$ $-3x_1 - 2x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} 5x_1 + x_2 \geq 6 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 4 \\ 2x_1 - x_2 \leq 6 \\ 3x_1 - 4x_2 \leq 4 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$	<p>14. $3x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$ $3x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$</p> $\begin{cases} -5x_1 + x_2 \geq 6 \\ x_1 + x_2 \leq 4 \\ -2x_1 + x_2 \leq 6 \\ -3x_1 - 4x_2 \leq 0 \\ x_1 \leq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$	<p>24. $x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$ $x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ x_1 \geq 3 \\ x_1 - x_2 \leq 4 \end{cases}$

Продовження таб. 2.1

<p>5. $3x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$ $3x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 6 \\ 3x_1 + 5x_2 \leq 15 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>15. $0,5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $0,5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 - x_2 \geq 1 \\ 2x_1 - x_2 \leq 6 \\ x_2 \geq 1 \end{cases}$</p>	<p>25. $4x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $4x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_1 + 7x_2 \leq 2 \\ -x_1 - x_2 \leq 5 \end{cases}$</p>
<p>6. $x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 - 0,5x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>16. $2x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $2x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + x_2 \geq 0 \\ -x_1 + x_2 \geq -3 \\ x_1 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>26. $3x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$ $3x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 5x_1 + x_2 \geq 5 \\ -x_1 + x_2 \leq 2 \\ 2x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>
<p>7. $x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$ $x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 12 \\ 3x_1 + 5x_2 \leq 20 \\ x_1 \geq 3, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>17. $3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -5x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 + x_2 \leq 4 \\ 2x_1 - x_2 \leq 6 \\ -3x_1 - 4x_2 \leq 0 \\ x_1 \geq 1 \end{cases}$</p>	<p>27. $x_1 - 4x_2 \rightarrow \min$ $x_1 - 4x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 - 5x_2 \leq 0 \\ -2x_1 + x_2 \geq -6 \\ x_1 \geq 2, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>
<p>8. $-3x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$ $-3x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 5x_1 + x_2 \geq 6 \\ -x_1 + x_2 \leq 4 \\ 2x_1 + x_2 \leq 6 \\ 3x_1 - 4x_2 \leq 0 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>18. $x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$ $x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 - x_2 \geq 0 \\ -x_1 + x_2 \geq -3 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>28. $x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$ $x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} -5x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1 + x_2 \geq 2 \\ 2x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>
<p>9. $x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 + x_2 \geq 0 \\ -x_1 + x_2 \geq -3 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>19. $2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$ $2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 - 0,5x_2 \leq 8 \\ x_1 + x_2 \geq 5 \\ -x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>29. $4x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$ $4x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 2 \\ 3x_1 + x_2 \leq 3 \\ -x_1 - x_2 \leq 5 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 8 \end{cases}$</p>
<p>10. $2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 + x_2 \geq 0,5 \\ -x_1 + x_2 \geq -3 \\ x_1 \geq 0 \end{cases}$</p>	<p>20. $x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ -2x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 \leq 1 \\ x_1 - 3x_2 \leq 6 \end{cases}$</p>	<p>30. $-2x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $-2x_1 - x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 4x_1 + 5x_2 \leq 20 \\ x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ 3x_1 + x_2 \geq 6 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>

Контрольні запитання

1. Які властивості задачі лінійного програмування?
2. Що таке опукла множина?
3. Яку функцію називають опуклою?
4. Що таке лінія рівня функції? Який вигляд вона має для лінійної функції двох змінних?
5. Градієнт функції – це...
6. Коли ЗЛП не має розв'язків?
7. В яких випадках ЗЛП має безліч розв'язків?
8. Як визначається лінійна комбінація двох точок опуклої множини?
9. Яка множина на площині відповідає обмеженню нерівності?
10. Чи може задача лінійного програмування мати три розв'язки?

Тема 3. Задачі дослідження операцій транспортного типу.

Практична робота для самостійного виконання № 3 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ EXCEL

***Мета:** побудова математичних моделей лінійних задач програмування. Отримання навичок розв'язування задач лінійного програмування в середовищі електронних таблиць Excel. Вміння аналізувати розв'язок задачі.*

Завдання

Вихідні дані: таб. 1.3.

Вибір варіанту 1-21 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи. Знайдіть оптимальний розв'язок задачі лінійного програмування засобами Excel.

Таблиця 3.1

Вихідні дані

$1. x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ -2x_1 + x_2 \leq 2 \\ 3x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$2. 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 2 \\ -2x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 + x_2 \geq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$3. 2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 3 \\ x_1 - 11x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$
$4. 2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ x_2 \leq 3 \\ x_1 - 11x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$5. x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 - x_2 \leq 1 \\ x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 - 3x_2 \geq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$6. 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 1 \\ 3x_1 + x_2 \leq 2 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$
$7. 3x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ x_1 + 3x_2 \leq 2 \\ -2x_1 + 2x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$8. 2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 4x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \leq 2 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 5 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$9. 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 \leq 2 \\ -2x_1 + 3x_2 \leq 1 \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$
$10. x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 - x_2 \leq 1 \\ x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 - 3x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$11. -x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 1 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$12. 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \leq 5 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 5 \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$
$13. x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 3 \\ 2x_1 - x_2 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$14. 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 8x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ x_1 + 3x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$15. 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - 2x_2 \leq 3 \\ 3x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$
$16. x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ 2x_1 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$17. -2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 - x_2 \leq 5 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$18. -3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 5 \\ -2x_1 + 2x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$
$19. x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 1 \\ -x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$20. x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 + x_2 \leq 3 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$	$21. 2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 4x_1 + 5x_2 \leq 1 \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$

Контрольні запитання

1. Сформулювати першу теорему двоїстості.
2. Дати економічну інтерпретацію першої теореми двоїстості.
3. Сформулювати другу теорему двоїстості.
4. Дати економічну інтерпретацію двоїстим оцінкам.
5. Сформулювати третю теорему двоїстості.
6. Дати економічну інтерпретацію третьої теореми двоїстості.
7. Що таке інтервали стійкості двоїстих оцінок?
8. Як визначити рентабельність продукції за двоїстою оцінкою?
9. Як визначається дефіцитність ресурсу за відповідною двоїстою оцінкою?
10. Що означає основна нерівність двоїстості?

Тема 4. Вирішення задач дослідження операцій методами лінійного програмування. Побудова математичної моделі в середовищі електронних таблиць Excel.

Практична робота для самостійного виконання № 4 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ В СЕРЕДОВИЩІ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ EXCEL

Мета: побудова математичної моделі транспортної задачі за загальним критерієм вартості. Отримання навичок розв'язування транспортної задачі в середовищі електронних таблиць Excel. Вміння аналізувати розв'язок задачі.

Завдання 1

Метод Excel.

Розв'язати транспортну задачу за критерієм оптимальної загальної вартості (витрат) перевезень при заданих запасах у постачальників (на базах) A_i , їх потребі у споживачів (на складах заводів) B_j та тарифів перевезень одиниці вантажу від кожного постачальника до кожного споживача C_{ij} .

Вихідні дані: таб. 4.1

Вибір варіанту 1-9 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи.

Таблиця 4.1**Вихідні дані**

	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар4	Вар 5	Вар 6	Вар 7	Вар 8	Вар 9
A1	60	50	100	40	45	30	60	40	45
A2	70	20	120	25	35	40	70	30	35
A3	20	30	150	35	70	70	20	30	70
A4	30	20	130	40	60	60	30	50	60
B1	40	40	140	15	20	435	40	40	20
B2	30	30	130	40	60	80	30	30	60
B3	30	35	90	30	55	25	35	30	25
B4	50	15	140	15	15	70	15	50	70
C11	2	1	4	10	2	1	4	2	1
C12	4	3	5	5	5	9	5	4	9
C13	5	3	5	7	3	7	5	5	7
C14	1	4	7	4	4	2	7	1	2
C21	2	5	8	7	6	3	8	2	3
C22	3	2	7	4	1	1	7	3	1
C23	9	7	5	9	2	5	5	9	5
C24	4	5	4	10	5	5	4	4	5
C31	3	6	9	6	3	6	9	3	6
C22	4	4	6	14	4	8	6	4	4
C23	2	8	4	8	3	3	4	2	2
C34	5	2	5	7	8	4	5	5	5
C41	2	7	3	8	7	2	3	2	2
C42	3	1	2	2	8	3	2	3	3
C43	1	5	9	7	2	1	9	1	1
C44	3	7	3	3	7	3	3	3	3

Завдання 2
Метод потенціалів.

Розв'язати транспортну задачу методом потенціалів. Перевірити знайдений розв'язок засобами Excel.

Вихідні дані:

Вибір варіанту 1-30 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи.

№1	100	200	150	50
220	2	1	1	4
90	5	2	4	1
200	3	6	2	4

№2	100	200	150	50
90	5	2	4	1
230	2	1	3	4
190	3	6	2	4

№3	200	110	120	80
50	3	1	2	3
360	1	2	5	4
90	2	4	1	5

№4	80	120	240	60
130	2	1	4	3
110	2	3	1	2
280	5	3	2	3

№5	150	120	240	70
200	2	3	1	4
120	3	4	2	5
200	1	4	3	2

№6	50	150	220	100
300	3	2	4	5
160	2	1	4	3
40	5	4	1	2

№7	50	150	220	90
160	1	4	2	3
40	2	5	1	4
300	3	1	3	5

№8	90	110	220	80
140	4	1	2	3
160	1	2	3	5
210	3	5	1	4

№9	50	150	240	80
220	3	1	3	5
160	1	4	2	3
40	2	5	1	4

№10	110	240	70	85
100	5	2	3	1
180	4	2	1	1
220	1	3	2	4

№11	90	110	230	80
220	2	5	1	4
160	3	1	2	5
190	4	3	4	1

№12	160	140	110	100
200	1	2	3	4
130	2	1	4	5
70	2	1	4	3

№13	80	120	240	100
100	1	3	1	2
130	2	1	4	3
270	5	3	2	3

№14	190	110	120	90
50	2	3	5	4
370	2	1	4	3
80	5	2	3	4

№15	60	240	110	90
230	4	1	2	3
70	2	3	4	1
210	5	2	1	2

№16	200	100	130	80
90	2	4	1	5
50	3	1	2	3
360	1	2	5	4

№17	90	110	220	95
200	3	5	1	4
140	4	1	2	3
160	1	2	3	5

№18	140	100	180	70
140	5	2	3	2
160	1	3	1	4
220	3	4	2	1

№19	80	140	110	100
130	2	3	4	5
200	1	2	3	4
170	2	1	4	3

№20	140	100	180	75
180	1	4	3	2
200	2	3	1	4
120	3	4	2	5

№21	90	110	220	110
150	3	1	2	5
160	2	5	1	4
190	4	3	4	1

№22	60	140	80	220
290	15	4	3	2
170	3	2	1	4
60	2	5	2	1

№23	60	240	110	85
200	5	2	1	2
230	4	1	2	3
70	2	3	4	1

№24	110	240	85	80
180	4	2	1	3
220	1	3	2	4
100	5	2	3	1

№25	50	175	125	50
120	3	2	5	4
190	2	1	4	3
230	1	2	3	4

№26	120	220	90	90
200	3	4	5	1
180	1	2	3	4
120	4	1	2	3

№27	100	250	70	95
180	1	3	5	4
200	2	1	1	3
120	5	2	4	1

№28	120	220	70	95
120	4	1	2	3
200	3	4	5	1
180	1	2	3	4

№29	100	200	150	50
190	2	5	1	4
210	1	2	4	3
120	6	3	4	2

№30	110	240	70	85
100	1	1	2	1
180	3	5	3	1
220	2	2	3	2

Контрольні запитання

1. Яка умова визначає закриту модель транспортної задачі?
2. Сформулюйте критерій оптимальності плану перевезень в ТЗ.
3. Чи будь-яка задача транспортного типу розв'язна?
4. У якому випадку вводиться до розгляду фіктивний споживач?
5. У якому випадку вводиться до розгляду фіктивний виробник?
6. На скільки зміниться розмірність ТЗ у випадку, коли сумарний обсяг споживання менший за сумарний обсяг виробництва продукції?
7. На скільки зміниться розмірність ТЗ у випадку, коли сумарний обсяг споживання більший за сумарний обсяг виробництва продукції?
8. Які критерії оптимальності можуть розглядатися в задачі транспортного типу?
9. Які є методи визначення початкового плану перевезення продукції?
10. Що означає «виродження» опорного плану? Як його позбутися?

Тема 5. Задачі динамічного програмування.

Практична робота для самостійного виконання № 5 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ EXCEL

Мета: побудова математичних моделей задач динамічного програмування. Отримання навичок розв'язування задач динамічного програмування в середовищі електронних таблиць Excel. Вміння аналізувати розв'язок задачі.

Завдання

Вихідні дані: Вибір варіанту 1-5 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи.

Задача 1. На склад місткістю W м³ потрібно укласти n типів устаткування. Обсяг однієї одиниці i -того типу ($i=1, n$) дорівнює V_i м³, а вартість – C_i грн. Визначити, скільки обладнання кожного типу потрібно розмістити на складі, щоб загальна його вартість була максимальною. Задачу розв'язати при $W = 120$ м³, $V_1 = 32$ м³, $V_2 = 24$ м³, $V_3 = 16$ м³, $C_1 = 560$ грн, $C_2 = 630$ грн, $C_3 = 350$ грн.

Задача 2. Виробничі об'єднання виготовляють товари народного споживання окремими партіями. Чим більший їх розмір, тим це вигідніше. Тому кожне об'єднання зацікавлене в окремі місяці випускати більше виробів, чим це потрібно для задоволення попиту, а надлишки зберігати на складі для їхньої реалізації в наступному. Однак збереження пов'язане з відповідними витратами.

Будемо вважати, що підприємство прагне знайти оптимальний план виробництва продукції на протязі N місяців, під час кожного з яких необхідно a_i ($i=1, N$) одиниць продукції. Запаси до початку планованого періоду дорівнюють b виробам, а в кожному із планованих місяців підприємство може виготовити не більш ніж d_i одиниць продукції.

Одночасно на складі може зберігатися не більш ніж A виробів. Витрати, що пов'язані з виробництвом a_i ($j=1, k$) виробів, складають C_j грн, а обумовлені збереженням протягом місяця одного виробу – β грн.

Знайти такий план випуску продукції, при якому загальна сума витрат на виробництво та збереження була б мінімальною, а попит на необхідні вироби був би вчасно та в повному обсязі задоволений. Задачу розв'язати з такими вихідними даними: $N=5$, $a=(250, 450, 300, 400, 350)$, $b=200$, $d=(300, 400, 400, 300, 300)$, $A=300$, $C=(24, 45, 28, 34, 18)$, $\beta=3$.

Задача 3. Знайти оптимальний план виробництва продукції підприємством протягом чотирьох місяців з огляду на умови попереднього варіанта, якщо потреби в кожному з місяців відповідно складають 2000, 3000, 3000 і 2000 виробів, а запити до початку планованого періоду дорівнюють 2000 виробів. Варто враховувати, що підприємство щомісяця може робити не більш 4000 виробів. Одночасно воно може зберігати також не більш 4000 виробів. Витрати, пов'язані з виробництвом 1000, 2000, 3000 і 4000 виробів, складають відповідно 13, 14, 17 і 19 грн, а обумовлені збереженням 1000 виробів – 1 грн.

Задача 4. Планується діяльність двох галузей виробництва на n років. Початкові ресурси – S_0 . Кошти x , вкладені в I галузь на початку року, наприкінці цього періоду дають прибуток $f_1(x)$ і повертаються в розмірі $q_1(x) < x$; аналогічно для галузі II функція прибутку дорівнює $f_2(x)$, а повернення – $q_2(x)$ ($q_2(x) < x$). Наприкінці року всі повернуті кошти заново перерозподіляються між I й II галузями, нові кошти не надходять, прибуток у виробництво не вкладається.

Знайти оптимальний розподіл ресурсів S_0 між двома галузями виробництва I й II протягом n років, при якому сумарний прибуток за n років був би максимальним. Функції доходів $f_1(x)$ і $f_2(x)$ для кожної галузі, функції повернення $\phi_1(x)$ і $\phi_2(x)$ задані. Після закінчення року тільки всі повернуті засоби перерозподіляються, прибуток у виробництво не вкладається.

Вихідні дані: $S_0 = 40000$ од.; $n = 4$; $f_1(x) = 0,4x$; $f_2(x) = 0,3x$; $\phi_1(x) = 0,5x$; $\phi_2(x) = 0,8x$.

Задача 5. Скласти математичну модель, записати рівняння Беллмана і графічно розв'язати задачу на визначення оптимальних термінів заміни устаткування. Дані: первісна вартість обладнання p_0 , його ліквідна вартість – $\phi(t)$, вартість зберігання протягом року – $r(t)$, t – вік устаткування, n – термін експлуатації, наприкінці якого воно продається. Критерій оптимальності – сумарні витрати на експлуатацію устаткування протягом n років з урахуванням первісної купівлі і наступного продажу.

Вихідні дані:

Варіант 1: $p_0 = 4000$; $\phi(t) = p_0 - t$; $r(t) = 0,1p_0(t+1)$; $n = 5$;

Варіант 2: $n=5$. Вартість нового обладнання залежить від року придбання $P_k = 5000 + 500(k+1)$; ($k=1, 2, \dots, 5$); $\phi(t) = p_k - t$; $r_k(t) = 0,1 p_k(t+1)$.

Контрольні запитання

1. Як формулюється задача динамічного програмування?
2. Які властивості задачі ДП?
3. Що означає адитивність цільової функції?
4. Сформулюйте принцип оптимальності Беллмана?
5. Запишіть рівняння Беллмана.
6. Що означає відсутність зворотного зв'язку в задачі ДП?
7. Що означає відсутність післядії в задачах ДП?
8. Назвіть приклади задач динамічного програмування.
9. Чи можна вважати задачу про рюкзак прикладом ДП?
10. Що означає багатокроковий процес прийняття рішень?

Тема 6. Методи та задачі цілочисельного програмування.
Задача комівояжера.

Практична робота для самостійного виконання № 6
СІТКОВІ ГРАФІКИ

Мета: ознайомитися з математичною постановкою задачі про комівояжера (ЗК); навчитися розв'язувати задачу комівояжера за допомогою методу гілок та меж.

Завдання 1.

Вихідні дані: таб. 6.1

Вибір варіанту 1-30 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи. Побудуйте граф, заданий матрицею суміжностей. Знайдіть Ейлерів цикл (шлях) або доведіть, що він не існує.

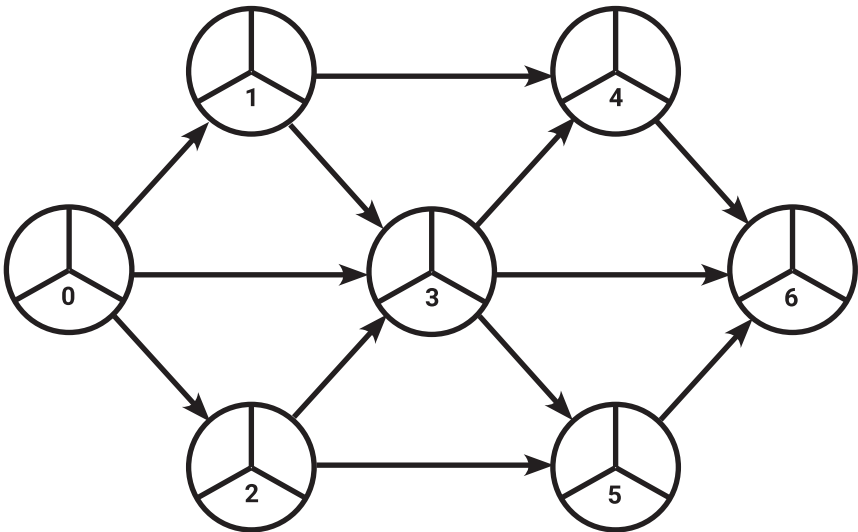


Рисунок. 6.1 Сітковий графік

Таблиця 6.1

Вихідні дані

Номер варіанту	Тривалість виконання роботи											
	Код роботи											
	(0;1)	(0;2)	(0;3)	(1;3)	(1;4)	(2;3)	(2;5)	(3;4)	(3;5)	(3;6)	(4;6)	(5;6)
1	4	5	2	6	1	7	8	2	9	3	2	8
2	5	7	6	4	-	8	1	9	-	2	7	3
3	7	9	8	6	2	1	-	8	3	-	4	5
4	3	4	5	-	9	7	7	6	1	-	2	8
5	5	8	9	1	-	4	3	2	6	7	4	9
6	1	4	3	2	8	5	9	-	4	7	2	4
7	2	3	-	5	-	7	8	3	4	1	9	6
8	6	1	7	3	4	2	5	-	5	8	3	9
9	8	2	4	-	5	3	-	7	9	6	8	1
10	9	4	1	7	3	6	2	4	-	4	5	8
11	7	6	1	-	7	7	8	2	9	3	2	8
12	3	2	6	7	3	8	1	9	-	2	7	3
13	9	-	4	7	9	1	-	8	3	-	4	5
14	8	3	4	1	8	7	7	6	1	-	2	8
15	5	-	5	8	5	4	3	2	6	7	4	9
16	4	5	2	6	1	7	8	2	9	3	2	8
17	5	7	6	4	-	8	1	9	-	2	7	3
18	7	9	8	6	2	1	-	8	3	-	4	5
19	3	4	5	-	9	7	7	6	1	-	2	8
20	5	8	9	1	-	4	3	2	6	7	4	9
21	1	4	3	2	8	5	9	-	4	7	2	4
22	2	1	4	3	1	4	-	5	-	7	9	6

Продовження таблиці 6.1

Номер варіанту	Тривалість виконання роботи											
	Код роботи											
	(0;1)	(0;2)	(0;3)	(1;3)	(1;4)	(2;3)	(2;5)	(3;4)	(3;5)	(3;6)	(4;6)	(5;6)
23	6	2	3	-	2	3	7	3	4	2	3	9
24	8	6	1	7	6	1	4	-	5	3	8	1
25	9	8	2	4	8	2	1	7	3	6	5	8
26	7	9	4	1	9	4	1	-	7	7	2	8
27	3	7	6	1	7	6	6	7	3	8	7	3
28	9	3	2	6	3	2	4	7	9	1	4	5
29	8	1	4	3	1	4	7	6	1	-	2	8
30	5	2	3	-	2	3	3	2	6	7	4	9

Завдання 2

В результаті аналізу комплексу робіт по пожежно-технічному обстеженню підприємства складено сітковий графік, який відображає порядок виконання робіт.

Необхідно:

- знайти критичний шлях і розрахувати його протяжність за часом;
- визначити роботи, які є критичними;
- визначити резерви робіт;
- побудувати часовий графік;
- дати пропозиції щодо календарного планування комплексу робіт з урахуванням мінімізації кількості робіт, що виконуються одночасно.

Вихідні дані:

Вибір варіанту 1-30 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи.

№1	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	1	0
2	1	0	1	1	0	0	1
3	0	1	0	1	1	0	1
4	0	1	1	0	1	1	0
5	0	0	1	1	0	1	1
6	1	0	0	1	1	0	1
7	0	1	1	0	1	1	0

№2	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	1	0	1	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1
3	1	1	0	0	1	0	1
4	0	0	0	0	0	1	1
5	1	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0

№3	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	1	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0	1	1
3	1	1	0	0	1	0	1
4	1	0	0	0	1	1	1
5	0	0	1	1	0	1	0
6	0	1	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0

№4	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	1
2	1	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	1
4	0	1	0	0	0	0	1
5	0	0	1	0	0	1	0
6	0	0	0	0	1	1	0
7	1	0	1	1	0	1	0

№5	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	0	0	0
2	1	0	1	0	0	1	1
3	0	1	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	1	1	1
5	0	0	0	1	0	1	0
6	0	1	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0

№6	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	0	0	0
2	1	0	1	0	0	1	1
3	0	1	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	1	1	1
5	0	0	0	1	0	1	0
6	0	1	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0

№7	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	1	1	0	0
2	0	0	1	1	0	1	1
3	0	1	0	0	1	1	1
4	1	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	0	1	0
6	0	1	1	0	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0

№8	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	1	0	1	1
3	0	1	0	0	1	1	1
4	1	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	0	0	1
6	1	1	1	0	0	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№9	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	0	0	1	0	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	1	0	0	0	1
5	0	0	1	0	0	0	1
6	1	1	1	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	0	0

№10	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	1	1	0	1	1
3	0	1	0	0	1	1	1
4	1	1	0	0	1	0	1
5	0	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0

№11	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	0	1	1
3	1	1	0	0	1	1	1
4	1	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	0	0	1
6	1	1	1	0	0	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№12	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	0	1	0	0	1	1
5	0	0	1	0	0	0	1
6	1	1	1	1	0	0	0
7	1	0	1	1	1	0	0

№13	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	1	0	1
2	1	0	0	0	1	1	0
3	0	0	0	0	1	1	1
4	1	0	0	0	0	0	1
5	1	1	1	0	0	1	0
6	0	1	1	0	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0

№14	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	1	0	0
2	0	0	1	1	0	1	1
3	0	0	0	0	1	1	1
4	1	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	0	0	1
6	0	1	1	0	0	0	0
7	0	1	1	1	1	0	0

№15	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	0	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	1	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№16	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	1	1	1	0	1
2	0	0	0	1	0	1	0
3	1	0	0	0	1	1	1
4	1	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	0	1	0
6	0	1	1	0	1	0	1
7	1	0	1	1	0	1	0

№17	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	0	0	1	0	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	1	0	0	0	1
5	0	0	1	0	0	0	1
6	1	1	1	0	0	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№18	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	0	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	1	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	1	0
6	0	1	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	0	1	0

№19	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	0	1	0	1	0
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	1	0	1	0	0
5	0	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1
7	1	0	1	0	1	1	0

№20	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	1
2	1	0	1	0	1	0	1
3	0	1	0	0	1	1	1
4	0	0	0	0	0	1	1
5	0	1	1	0	0	1	1
6	0	0	1	1	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№21	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	1	0	1	1	1
2	0	0	1	1	0	1	1
3	1	1	0	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	0	1
5	1	0	0	0	0	0	1
6	1	1	1	0	0	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№22	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	1	1	1
4	1	0	1	0	0	1	1
5	0	0	1	0	0	0	1
6	1	1	1	1	0	0	0
7	1	0	1	1	1	0	0

№23	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	0	1	1
3	1	0	0	1	1	0	1
4	1	1	1	0	0	0	1
5	1	0	1	0	0	1	1
6	1	1	0	0	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№24	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	1	1	0	1	1
2	0	0	1	1	0	1	1
3	1	1	0	1	1	1	1
4	1	1	1	0	0	0	1
5	0	0	1	0	0	0	1
6	1	1	1	0	0	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№25	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	1
2	1	0	1	1	1	1	1
3	0	1	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№26	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	1
2	1	0	1	0	1	0	1
3	0	1	0	0	1	1	1
4	0	0	0	0	0	1	1
5	0	1	1	0	0	1	1
6	0	0	1	1	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№27	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	0	0	1	1
3	1	1	0	1	1	0	0
4	1	0	1	0	0	0	1
5	1	0	1	0	0	0	1
6	1	1	0	0	0	0	0
7	1	1	0	1	1	0	0

№28	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	1
2	1	0	1	1	1	0	1
3	0	1	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	1	1
6	0	0	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№29	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	1	1
2	0	0	1	1	0	1	1
3	0	1	0	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1	1
6	1	1	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

№30	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	1	0	1	1	1
2	0	0	1	1	0	1	1
3	1	1	0	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	0	1
5	1	0	0	0	0	0	1
6	1	1	1	0	0	0	1
7	1	1	1	1	1	1	0

Завдання 3

Спробуйте відтворити процес побудови маршруту комівояжера за побудованим деревом розв'язків для наступних задач. Зауважимо, що в наведених деревах дуги, що лежать в основі розбиття множини гамільтонових контурів, вказані над вершинами дерева. Самі вершини мають позначку з двома складовими: перша – рівень ієрархії, друга – номер гілки.

Вихідні дані:

Вибір варіанту 1-34 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи.

1

∞	26	34	36	25	38
15	∞	31	24	24	35
27	24	∞	23	36	34
16	28	39	∞	25	34
17	22	36	24	∞	38
20	27	37	34	29	∞

2

∞	32	43	50	54	74
15	∞	39	56	62	66
29	30	∞	56	54	64
26	26	39	∞	61	61
18	33	42	55	∞	61
19	29	41	62	54	∞

3

∞	28	33	27	29	40
19	∞	29	34	28	34
15	29	∞	28	24	32
24	23	39	∞	33	43
19	20	34	30	∞	43
19	18	36	27	28	∞

4

∞	28	39	24	25	34
17	∞	36	24	26	38
20	27	∞	34	29	40
20	28	38	∞	29	42
21	15	37	28	∞	44
20	28	33	27	29	∞

5

∞	29	35	28	24	32
24	∞	39	24	33	43
19	20	∞	30	28	43
19	18	36	∞	28	44
17	16	38	34	∞	44
19	16	37	33	28	∞

6

∞	16	40	24	37	35
22	∞	35	35	31	38
21	23	∞	24	30	45
24	19	35	∞	33	32
16	26	34	36	∞	38
15	18	31	24	24	∞

7

∞	18	25	32	33	31
22	∞	33	32	31	31
26	24	∞	25	35	42
17	15	37	∞	26	35
26	16	25	31	∞	33
18	18	25	27	27	∞

8

∞	28	32	23	33	42
16	∞	32	28	25	43
22	26	∞	34	31	40
24	16	34	∞	33	33
19	20	30	24	∞	36
29	27	38	33	38	∞

9

∞	26	16	25	31	35
22	∞	18	25	27	27
23	28	∞	40	24	37
26	22	18	∞	35	31
25	21	23	27	∞	30
28	24	19	35	28	∞

10

∞	30	26	22	25	38
28	∞	25	28	37	34
27	25	∞	28	36	37
22	24	36	∞	31	34
26	24	28	27	∞	37
20	19	29	34	29	∞

11

∞	26	24	28	27	35
22	∞	19	29	34	29
21	25	∞	36	31	34
19	15	17	∞	36	24
15	25	27	33	∞	34
27	30	26	30	28	∞

12

∞	19	16	37	33	28
28	∞	17	32	22	38
17	16	∞	39	34	25
23	20	21	∞	28	29
20	20	15	30	∞	29
22	26	17	26	26	∞

13

∞	21	23	23	20	21
18	∞	29	20	20	15
25	19	∞	22	26	17
23	29	26	∞	27	20
22	21	15	19	∞	26
23	29	18	16	18	∞

14

∞	18	19	24	23	39
23	∞	20	19	20	34
20	30	∞	19	18	36
27	24	25	∞	16	38
26	23	23	19	∞	37
15	22	28	29	17	∞

15

∞	22	26	29	34	31
27	∞	16	34	23	33
27	19	∞	30	24	28
20	29	27	∞	33	38
28	24	18	25	∞	33
18	22	19	33	32	∞

16

∞	23	39	24	33	24
19	∞	34	30	28	19
19	18	∞	27	28	29
17	16	38	∞	26	37
19	16	37	33	∞	19
29	17	32	22	38	∞

17

∞	17	16	38	34	26
23	∞	16	37	33	28
28	29	∞	32	22	38
17	16	19	∞	34	25
23	20	21	37	∞	29
20	20	15	30	32	∞

18

∞	32	43	50	54	74
15	∞	39	56	62	66
29	30	∞	56	54	64
26	26	39	∞	61	61
18	33	42	55	∞	61
19	29	41	62	54	∞

19

∞	28	19	20	27	37
20	∞	16	20	28	38
21	23	∞	21	15	37
20	19	24	∞	28	33
27	29	15	19	∞	29
21	23	25	15	29	∞

20

∞	24	19	35	28	33
17	∞	26	34	36	25
20	15	∞	31	24	24
28	27	24	∞	23	36
28	16	28	39	∞	25
29	17	22	36	24	∞

21

∞	18	17	22	26	29
16	∞	27	24	16	34
17	19	∞	19	20	30
26	18	20	∞	27	38
25	29	28	24	∞	25
25	28	18	22	19	∞

22

∞	28	16	40	24	37
26	∞	18	35	35	31
25	21	∞	27	24	30
28	24	19	∞	28	33
17	16	26	34	∞	25
20	15	18	31	24	∞

23

∞	19	15	17	39	36
15	∞	25	27	33	35
28	27	∞	26	30	28
26	20	19	∞	36	35
23	28	28	18	∞	35
29	26	15	29	26	∞

24

∞	26	24	28	27	35
22	∞	19	29	34	29
21	25	∞	36	31	34
19	15	17	∞	36	24
15	25	27	33	∞	34
27	30	26	30	28	∞

25

∞	32	43	50	54	74
15	∞	39	56	62	66
29	30	∞	56	54	64
26	26	39	∞	61	61
18	33	42	55	∞	61
19	29	41	62	54	∞

26

∞	32	43	50	54	74
15	∞	39	56	62	66
29	30	∞	56	54	64
26	26	39	∞	61	61
18	33	42	55	∞	61
19	29	41	62	54	∞

27

∞	24	15	21	24	25
28	∞	20	26	23	27
17	24	∞	25	23	25
27	26	21	∞	19	29
22	17	21	28	∞	15
30	18	19	24	21	∞

28

∞	19	22	22	26	25
23	∞	26	17	27	23
22	21	∞	19	28	22
23	29	18	∞	18	23
30	16	16	30	∞	30
21	26	26	29	29	∞

29

∞	32	29	28	24	19
15	∞	27	17	16	26
29	30	∞	20	15	18
26	26	27	∞	27	24
18	33	18	28	∞	28
19	29	28	29	17	∞

30

∞	27	17	21	23	25
29	∞	28	17	18	19
24	28	∞	23	19	20
26	25	29	∞	30	22
28	25	29	27	∞	25
27	23	27	26	23	∞

31

∞	22	27	16	17	29
15	∞	28	21	24	21
29	26	∞	27	18	17
26	23	18	∞	21	27
18	16	21	17	∞	27
19	25	27	26	18	∞

32

∞	17	19	27	19	20
15	∞	18	20	29	27
29	25	∞	28	24	18
26	25	28	∞	22	19
18	18	30	29	∞	24
19	23	23	23	17	∞

33

∞	23	17	28	29	17
15	∞	27	28	19	20
29	27	∞	26	16	20
26	29	21	∞	27	21
18	25	20	19	∞	20
19	19	27	29	15	∞

34

∞	32	43	50	54	74
15	∞	39	56	62	66
29	30	∞	56	54	64
26	26	39	∞	61	61
18	33	42	55	∞	61
19	29	41	62	54	∞

Контрольні запитання

1. До якого класу належить задача про комівояжера?
2. Сформулюйте економічну постановку задачі комівояжера.
3. Запишіть математичну модель задачі про комівояжера.
4. Який зміст мають штучні змінні і обмеження в математичній моделі задачі комівояжера?
5. Яка основна ідея методу гілок та меж?
6. Для Розв'язок. яких задач оптимізації можна застосовувати метод гілок та меж?
7. Чим відрізняється алгоритм методу гілок та меж від повного перебору варіантів?
8. Чим відрізняються математичні постановки задачі про призначення і задачі про комівояжера?
9. Який вигляд мають допустимі розв'язки задач про призначення і задачі комівояжера і чим вони відрізняються? Наведіть приклади.

Змістовий модуль 2
ТЕОРІЯ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Тема 7. Застосування теорії масового обслуговування при вирішенні задач дослідження операцій. Структура та класифікація систем масового обслуговування.

Практична робота для самостійного виконання №7
СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

***Мета:** ознайомитися з математичними моделями систем масового обслуговування (СМО), методами розрахунку їх параметрів.*

Завдання

***Вихідні дані:** Вибір варіанту 1-30 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи. Визначити ймовірності станів і показників ефективності СМО та зробити висновки.*

- 1.** У майстерні працює 1 бригада. Протягом робочого дня (8 годин) надходить 10 заявок. Середній час обслуговування заявки – 30 хвилин.
- 2.** У квитковій касі працює один касир. Протягом 12 годин надходить 18 заявок, а середній час обслуговування – 40 хвилин.
- 3.** У кафе працює один бариста. Протягом години надходить 15 клієнтів, а середній час обслуговування – 3 хвилини.
- 4.** На складі працює один працівник. Протягом робочого дня (8 годин) надходить 20 заявок, і кожна обробляється за 15 хвилин.
- 5.** У бібліотеці працює один бібліотекар. Щогодини надходить 10 читачів, і обслуговування кожного займає 6 хвилин.

- 6.** У сервісному центрі працює один спеціаліст. Протягом дня надходить 12 запитів, середній час обслуговування одного запиту – 40 хвилин.
- 7.** На СТО працює 3 механіки. Протягом робочого дня надходить 12 автомобілів. Середній час обслуговування кожного автомобіля – 2 години.
- 8.** У лікарні працюють 2 лікарі. Протягом 8 годин надходить 16 пацієнтів, а середній час прийому – 20 хвилин.
- 9.** У поштовому відділенні працює 4 співробітники. Протягом дня надходить 40 заявок, а середній час обробки кожної заявки – 15 хвилин.
- 10.** У ремонтній майстерні працює 2 бригади. За день надходить 14 замовлень, середній час виконання кожного – 4 години.
- 11.** На заводі працюють 5 робочих станцій. Протягом 10 годин надходить 50 деталей для обробки. Середній час обслуговування однієї деталі – 10 хвилин.
- 12.** У банку працюють 3 касири. Протягом 8 годин надходить 60 клієнтів, і середній час обслуговування кожного – 12 хвилин.
- 13.** У складі працюють 3 вантажники. Максимальна кількість заявок у системі – 8. Протягом дня надходить 20 заявок, і кожна обробляється за 20 хвилин.
- 14.** У майстерні працює 2 бригади. Максимальна черга – 5 заявок. Протягом дня надходить 10 заявок, середній час обробки – 3 години.
- 15.** У сервісному центрі працюють 3 спеціалісти. Максимальна кількість заявок у системі – 10. Протягом дня надходить 15 заявок, а середній час обслуговування – 2 години.

- 16.** У медичному центрі працюють 4 лікарі. Максимальна кількість пацієнтів у системі – 20. Протягом 12 годин надходить 60 пацієнтів, середній час обслуговування – 30 хвилин.
- 17.** Змоделювати роботу одноканальної СМО протягом 8 годин, де середній час обслуговування – 1 година, а кількість заявок на годину – 3.
- 18.** Змоделювати роботу багатоканальної СМО (3 канали) протягом 8 годин, де середній час обслуговування – 30 хвилин, а кількість заявок на годину – 12.
- 19.** Змоделювати роботу багатоканальної СМО (4 канали) протягом 10 годин, де середній час обслуговування – 45 хвилин, а кількість заявок на годину – 16.
- 20.** Змоделювати роботу СМО з обмеженою чергою (3 канали, максимум 10 заявок у системі) протягом 8 годин, де середній час обслуговування – 1 година, а кількість заявок на годину – 6.
- 21.** У перукарні працюють 3 майстри. Протягом дня надходить 15 клієнтів, а середній час обслуговування – 40 хвилин. Визначити ймовірність зайнятості майстрів та середню кількість клієнтів у черзі.
- 22.** У кафе працюють 2 баристи. Протягом 8 годин надходить 50 клієнтів, і середній час обслуговування одного клієнта – 10 хвилин. Визначити показники ефективності СМО.
- 23.** У транспортній компанії працюють 4 водії. Протягом дня надходить 30 заявок на перевезення, а середній час виконання кожного замовлення – 2 години. Визначити ймовірності станів системи.
- 24.** На складі працює 1 працівник. Протягом дня надходить 20 заявок, а середній час обробки кожної заявки – 30 хвилин. Визначити показники ефективності СМО.

Тема 8. Моделі управління запасами.

Практична робота для самостійного виконання №8 ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

Мета: ознайомитися з задачами і методами управління запасами (УЗ), навчитися розраховувати оптимальні строки поповнення запасів.

Вихідні дані: Вибір варіанту 1-25 здійснюється відповідно до порядкового номера в алфавітному покажчику списку групи.

Задача 1. Страхова фірма протягом року розміщує замовлення та поповнює запаси різноманітних офісних товарів і канцелярського приладдя, необхідних для забезпечення її діяльності. Відомо, що: річний обсяг використання паперу – 6000 пачок; вартість однієї пачки – 2.5 грн; середня вартість виконання замовлення (незалежно від його обсягу) – 15 грн; витрати на зберігання однієї пачки паперу на складі фірми – 20 % від витрат на її придбання.

Розрахувати обсяг замовлення, витрати фірми на його виконання, зберігання запасу паперу та сукупні витрати для кількості замовлень на рік від 8 до 12. Результати обчислень занести в таблицю (нижче наведено форму); за отриманими даними побудувати графік; у розрахунковий та графічний.

Таблиця 8.1

Підсумкові дані

Показник	Кількість замовлень на рік
Обсяг замовлення, пачок	
Вартість збереження запасу, грн	
Вартість виконання замовлення, грн	
Сукупні витрати , грн	

Задача 2. Підприємство замовляє друкарські плати для використання їх при монтажі продукції. Вартість однієї плати – 0,33 у.о./шт., вартість зберігання – 0,12 у.о./шт. за рік, витрати замовлення – 150 у.о. за одне замовлення. Робочий період – 350 днів. Завдання. Розрахувати оптимальний розмір замовлення, точку відновлення замовлення.

Задача 3. Менеджер магазину роздрібної торгівлі оцінює річний попит на молочну продукцію фірми «Баланс» у 100000 шт. Витрати на замовлення становлять 50 грн. Витрати зберігання – 0,10 грн/рік (шт.). Розрахувати: оптимальне замовлення; кількість замовлень і денну кількість продажу, якщо магазин працює 360 днів на рік; якщо термін виконання замовлення 5 днів, обчислити точку відновлення замовлення.

Задача 4. Магазин-салон, що продає мобільні телефони, прогнозує стійкий попит на продукцію бренду «NOKIA» у розмірі 10 тел/ тиждень. У зв'язку з тим, що попит на телефони постійно зростає, фірма-постачальник пропонує зарезервувати певну кількість апаратів. Витрати на зберігання – 12 грн/рік, витрати на резервування – 10 грн/шт.(за рік), витрати на оформлення замовлення – 150 грн. Усього протягом року магазин працює 48 тижнів. Розрахувати: оптимальне замовлення; оптимальну кількість зарезерованих одиниць; кількість замовлень.

Задача 5. Підприємство виготовляє велосипеди. Виробництво рівномірне і щоденна потреба в рамах для них становить 25 шт. Як правило, постачальник виконує замовлення протягом двох тижнів. Підприємство працює протягом 280 днів на рік. Кількість замовлень (на рік) становить 12. Розрахувати: розмір оптимального замовлення; час між замовленнями; точку відновлення замовлення.

Задача 6. Випуск товарної продукції запланований в обсязі 8 млн грн. На початок року залишок товарної продукції на складі становив 0,5 млн грн. Вартість відвантаженої, але неоплаченої продукції – 0,3 млн грн. Залишок товарної продукції, що планується на кінець року, має становити 0,2 млн грн. Визначте обсяг запланованої реалізованої продукції.

Задача 7. У звітному періоді підприємство виготовило виробів А – 300 од., Б – 180 од. Вартість виробу А – 1530 грн, Б – 2350 грн. Вартість послуг промислового характеру, наданих стороннім підприємствам – 21 тис. 600 грн. Залишок спеціалізованого технологічного оснащення на початок року – 25 тис. грн, на кінець року – 12 тис. грн. Визначте обсяг валової продукції.

Задача 8. Обчисліть величину валової продукції та її зміну в плановому році, якщо у звітному році обсяг валової продукції становив 750 тис. грн. У плановому році підприємство передбачає виготовити продукції на суму 720 тис. грн. Частина її на суму 40 тис. грн піде на внутрішні потреби. Незавершене виробництво за плановий рік зміниться на 10 тис. грн. Додатково підприємством буде виготовлено напівфабрикатів для реалізації на сторону на 20 тис. грн.

Задача 9. Потрібно розрахувати обсяг незавершеного виробництва на кінець планового періоду у вартісному виразі та трудовому вимірі, виходячи з таких даних: за рік завод виготовляє 320 виробів. Трудомісткість виробу становить 840 нормо-год., тривалість циклу виготовлення виробу – 25 днів, планова собівартість – 1250 грн, матеріальні витрати в ній становлять 70 %. У незавершеному виробництві знаходиться в середньому 62 вироби.

Задача 10. Замовлення на виробництво партії двигунів в обсязі 20 од. має бути виконане до 01.08. Вироби виготовляють у заготівельному, механічному і складальному цехах. Тривалість циклів виробництва (в змінах) за стадіями – Тц.збір = 13, Тц..мех = 21, Тц.заг = 16. Визначте можливу дату початку виробництва двигунів і значення резервних випереджень між цехами. Найбільша можливість зриву терміну виконання замовлення існує в заготівельному цеху. Режим роботи заводу – без вихідних днів у дві зміни, тривалістю 8 год.

Задача 11. В деякій фірмі працюватимуть 1000 інженерів. Плинність в середньому становить 50 осіб на рік. Перед тим як приступити до

роботи, новачки проходять в фірмі стажування, яке обходиться в 25000 грн на людину. Якщо немає можливості надати місце потенційному інженеру після закінчення стажування, то фірма втрачає 500 грн на людину в місяць. Визначити, скільки інженерів слід приймати на стажування, з якою частотою слід її організувати.

Задача 12. Певна компанія виробляє товар, річний попит на який дорівнює 5000 одиниць. Витрати зберігання складають 20 у.о. за одиницю товару в рік, а подача одного замовлення незалежно від розміру обходиться компанії в 30 у.о. Величину попиту можна вважати постійною. Втрати від браку запасів становлять 10 у.о. на одиницю товару.

Задача 13. Обсяг продажу деякого магазину $b = 500$ упаковок пакетного супу на рік. Величина попиту рівномірно розподіляється протягом року. Ціна купівлі одного пакета дорівнює 2 у.о., за одне замовлення власник магазину 178 повинен заплатити $c_1 = 10$ у.о. Час доставки замовлення від постачальника становить 12 робочих днів (при 6-денному робочому тижні). За оцінками фахівців витрати зберігання складають 20 % середньорічної вартості запасів. Скільки пакетів повинен замовляти власник магазину кожен раз, якщо його мета полягає в мінімізації загальної вартості запасів?

Задача 14. На нафтобазу бензин привозять на танкері. Накладні витрати g в розрахунку на партію бензину складають 50000 грн. Щорічно база відпускає $\mu = 4000$ т бензину. Витрати на зберігання h приймемо 0,5 грн за 1 т бензину на добу. Поставка здійснюється на першу вимогу – миттево, і дефіцит бензину на базі не допускається. Знайдіть оптимальні: обсяг продукції, що замовляється партії q , тривалість циклу T^* роботи системи і загальні середньодобові витрати. **Задача 15.** Завод радіоелектронної апаратури виробляє x_1 радіоприймачів на добу. Мікросхеми для апаратів (по 1 шт. на приймач) виробляється на цьому ж заводі з інтенсивністю x_2 тис. шт. на добу. Витрати на підготовку виробництва партії мікросхем складають x_3 грн, собівартість виробництва 1 тис. шт. мікросхем дорівнює x_4 грн. Зберігання мікросхем на складі обходиться

заводу в $x5$ грн за кожну тисячу на добу. У підприємства з'явилась можливість закуповувати мікросхеми в іншому місці за ціною $x6$ грн за 1 тис. шт. Вартість доставки дорівнює $x7$ грн. З'ясуйте, чи варто заводу закуповувати мікросхеми замість того, щоб їх виробляти. Для більш вигідного режиму роботи заводу (виробництво або закупівля) визначте періодичність подання замовлення і витрати на управління запасами в місяць (22 робочих днів) (при різних значеннях змінних).

Задача 16. Річний попит $D = 400$ одиниць, вартість подачі замовлення $C_0 = 40$ грн/замовлення, витрати зберігання однієї одиниці $C_h = 250$ грн/рік, час доставки – 6 днів, 1 рік = 250 робочих днів. Знайти оптимальний розмір замовлення, витрати, рівень повторного замовлення, число циклів за рік, відстань між циклами.

Задача 17. Річний попит $D = 1500$ одиниць, вартість подачі замовлення $C_0 = 150$ грн/замовлення, витрати зберігання однієї одиниці $C_h = 45$ грн/рік, час доставки 6 днів, 1 рік = 300 робочих днів. Знайдемо оптимальний розмір замовлення, витрати, рівень повторного замовлення.

Задача 18. Річний попит $D = 8000$ одиниць, вартість організації виробничого циклу $C_s = 200$ грн, витрати зберігання однієї одиниці $C_h = 15$ грн/рік. Знайти економічний розмір партії, витрати, число циклів за рік, відстань між циклами.

Задача 19. План річного випуску продукції виробничого підприємства становить 800 одиниць, при цьому на кожну одиницю готової продукції потрібно 2 одиниці комплектуючого виробу KI-1. Відомо, що вартість подачі одного замовлення складає 200 грн. Ціна одиниці комплектуючого виробу – 480 грн. Вартість утримання комплектуючого виробу на складі становить 15 % його ціни. Визначити оптимальний розмір замовлення на комплектуючий виріб KI-1.

Задача 20. Розрахувати параметри системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення для виробничого підприємства. План

річного випуску продукції виробничого підприємства становить 800 одиниць, при цьому на кожну одиницю готової продукції потрібно 2 одиниці комплектуючого виробу KI-1. Відомо, що вартість подачі одного замовлення складає 200 грн. Ціна одиниці комплектуючого виробу – 480 грн, а вартість утримання комплектуючого виробу на складі становить 15 % його ціни. Час поставки, вказаний в договорі, становить 10 днів, можлива затримка поставки – 2 дня. Кількість робочих днів у році – 226. Необхідно розрахувати параметри системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення.

Задача 21. Потреба верстатоскладального цеху в заготовках деякого типу становить 36 тис. шт. на рік. Дефіцит заготовок не допускається. Витрати розміщення замовлення – 50 грош. од., витрати утримання однієї заготовки на рік – 5 грош. од. Середній час реалізації замовлення – 10 днів. Визначити: оптимальну партію поставки; періодичність відновлення поставок; точку розміщення замовлення; сумарні річні витрати.

Задача 22. Підприємство-посередник, що займається продажем автівок, реалізує в середньому 150 автомобілів на рік. Вартість доставки кожного замовлення від виробника оцінюється в 1500 у.о., а середньорічна вартість зберігання однієї машини становить 30 % від закупівельної ціни. Якщо розмір замовлення менше, ніж 50 автомобілів, то ціна закупівлі складає 6000 у.о. Для замовлень, що мають розмір від 50 до 99 автомашин, надається знижка 3 %, 100 і більше автомобілів – 5%. Визначити оптимальний розмір замовлення і вартість логістичної системи.

Задача 23. Магазин закуповує певний товар за ціною 2 у.о.. Попит на нього рівномірно розподілений протягом року і становить 500 упаковок на рік. Доставка одного замовлення – 10 у.о., її час – 12 робочих днів. Передбачається, що рік містить 300 робочих днів. Середньорічна вартість зберігання однієї упаковки складає 20 % від її закупівельної ціни. Постачальник надає наступні знижки на закупівельні ціни: для

замовлень, що мають розмір від 30 до 99 упаковок, надається знижка на закупівельну ціну в 5 %, від 100 і більше – 10 %. Чи слід адміністрації магазину скористатися однією із знижок?

Задача 24. Підприємство-посередник, що займається продажем автомобілів, реалізує в середньому 200 машин на рік. Вартість доставки кожного замовлення від виробника оцінюється в 1000 у.о., а середньорічна вартість зберігання одного автомобіля становить 25 % від закупівельної ціни. Якщо розмір замовлення менше, ніж 50 автівок, то ціна закупівлі складає 7000 у.о. Для замовлень, що мають розмір від 50 до 99 автомашин, надається знижка на закупівельну ціну в 5 %, більше 120 – 8%. Визначити оптимальний розмір замовлення і вартість логістичної системи.

Задача 25. Магазин закуповує товар за ціною 5 у.о. за одну упаковку. Попит на товар становить 1000 упаковок в рік. Його величина рівномірно розподіляється протягом року. Доставка одного замовлення складає 20 у.о., її час – 7 робочих днів. Передбачається, що в році 300 робочих днів. Середньорічна вартість зберігання однієї упаковки оцінюється в 20 % від її закупівельної ціни. Постачальник надає наступні знижки на закупівельні ціни: для замовлень, що мають розмір від 50 до 150 упаковок, надається знижка на закупівельну ціну в 5 %, більше 150 – 10 %. Чи слід адміністрації магазину скористатися якоюсь із знижок?

Контрольні запитання

1. Розкрийте сутність виробничого планування.
2. Розкрийте ключові аспекти системи управління запасами.
3. Яка основна мета управління запасами?
4. Види запасів, назвіть їх та охарактеризуйте.
5. Які бувають форми структурної побудови відділів збуту?
6. В чому сутність збуту продукції?
7. Яку задачу описує модель Вілсона?
8. Охарактеризуйте основні шляхи економії матеріалів.
9. Розкрийте транзитну і складську форму постачання.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вовк В. М., Зомчак Л. М. Оптимізаційні методи і моделі: навч. посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 360 с.
2. Богаєнко І. М., Григорків В. С., Бойчук М. В., Рюмшин М. О. Математичне програмування: навч. посібник. – Київ: Логос, 1996. – 266 с.
3. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: підручник. – Київ: ВІПОЛ, 2000. – 688 с.
4. Ульянченко О. В. Дослідження операцій в економіці: підручник. – Суми: Довкілля, 2010. – 594 с.
5. Авраменко В. І., Карімов І. К. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч. посібник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 245 с.
6. Карімов І. К. Інформаційно-обчислювальні системи в економіці: навч. посібник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 279 с.
7. Кунда Н. Т. Дослідження операцій у транспортних системах. – Київ: Видавничий Дім „Слово”, 2008. – 400 с.
8. Карагодова О. О., Кігель В. Р., Рожок В. Д. Дослідження операцій. – Київ: Центр учбової літератури, 2007. – 256 с.
9. Кузик А. Д. Основи системного аналізу. – Львів, 2005. – 100 с.