

## Лабораторная работа «ТРАНСПОРТНЫЕ ЗАДАЧИ»

**Цель.** Освоить правила составления математических моделей многоэтапных и многопродуктовых транспортных задач с учетом возможных ограничений.

### Контрольные вопросы

1. Что называется ТЗ? Приведите примеры.
2. Что называется допустимым планом? *Всегда ли он существует?* Приведите примеры.
3. Что называется базисным планом ТЗ? *Всегда ли он существует?* Приведите примеры.
4. Что называется оптимальным планом? *Всегда ли он существует?* Приведите примеры.
5. Какие методы составления первоначального базисного плана Вы знаете?
6. Какие методы решения ТЗ Вы знаете?
7. Каковы условия оптимальности плана ТЗ?
8. Как определяется единственность (не единственность) оптимального плана? *Как выписать все оптимальные планы ТЗ?*
9. Сформулируйте двухэтапную ТЗ?
10. Сформулируйте условие разрешимости двухэтапной ТЗ?
11. При каких условиях двухэтапную ТЗ можно свести к двум одноэтапным ТЗ?
12. Сформулируйте многопродуктовую ТЗ?
13. Сформулируйте условие разрешимости многопродуктовой ТЗ?
14. Сформулируйте условие несбалансированности многопродуктовой ТЗ?
15. При каких условиях многопродуктовую ТЗ можно свести к обычным ТЗ?
16. Укажите особенности расстановки тарифов для фиктивного потребителя в многопродуктовой ТЗ.

### Задание 1.

- 1) Составить математическую модель транспортной задачи;
- 2) Решить транспортную задачу без учета дополнительных ограничений на перевозки;  
**а) вручную,      б) на компьютере;**
- 3) Решить транспортную задачу с дополнительными ограничениями на перевозки.
- 4) Сделать выводы.

Вариант	Задача					Вариант	Задача				
1	$x_{44} \leq 500, \quad x_{23} \geq 500$					16	$x_{21} \leq 500, \quad x_{44} \geq 1000$				
	$a_i \backslash b_j$	500	500	1000	1500		$a_i \backslash b_j$	1000	1500	500	2000
	1000	3	2	5	4		500	3	2	1	5
	1500	4	3	5	3		1000	3	6	5	4
	500	1	1	3	2		1000	4	8	5	7
2	1500	4	1	6	3		1500	5	7	2	6
	$x_{32} \leq 200, \quad x_{11} \geq 100$					17	$x_{34} \leq 20, \quad x_{12} \geq 20$				
	$a_i \backslash b_j$	300	300	300	300		$a_i \backslash b_j$	40	60	50	40
	300	5	5	4	3		40	1	2	3	1
	200	4	7	4	2		50	4	2	2	9
	400	3	2	3	4		50	5	7	10	5
	100	3	1	2	7		40	4	15	13	6

Вари- ант	Задача					Вари- ант	Задача				
3	$x_{21} \leq 500, x_{44} \geq 1000$					18	$x_{21} \leq 500, x_{44} \geq 500$				
	$a_i \backslash b_j$	1000	1000	2000	2000		$a_i \backslash b_j$	1000	500	1500	2000
	500	5	6	3	8		500	3	1	2	5
	1000	1	1	2	3		1000	1	3	4	2
	1500	2	5	4	4		500	3	6	5	6
	2000	6	3	5	9		1500	4	3	9	8
4	$x_{42} \leq 50, x_{24} \geq 50$					19	$x_{21} \leq 25, x_{32} \geq 20$				
	$a_i \backslash b_j$	50	100	100	100		$a_i \backslash b_j$	50	25	50	25
	50	2	4	5	8		25	3	1	8	1
	100	5	3	4	6		50	2	5	2	3
	50	3	1	2	4		75	9	4	6	5
	100	7	2	6	9		25	7	3	10	3
5	$x_{44} \leq 100, x_{23} \geq 50$					20	$x_{23} \leq 30, x_{32} \geq 30$				
	$a_i \backslash b_j$	50	100	200	200		$a_i \backslash b_j$	30	90	60	60
	50	1	9	2	2		30	1	3	4	5
	100	6	4	10	3		60	9	5	2	4
	100	8	4	7	5		90	3	4	5	4
	200	7	6	5	3		90	5	7	2	6
6	$x_{43} \leq 50, x_{21} \geq 100$					21	$x_{33} \leq 100, x_{42} \geq 100$				
	$a_i \backslash b_j$	100	200	100	200		$a_i \backslash b_j$	200	300	200	300
	100	1	3	1	2		100	2	3	4	5
	200	4	7	3	5		200	2	4	2	6
	50	3	4	1	6		300	6	5	4	5
	100	7	8	3	6		300	4	6	7	6
7	$x_{11} \leq 20, x_{33} \geq 30$					22	$x_{32} \leq 100, x_{43} \geq 100$				
	$a_i \backslash b_j$	30	30	60	90		$a_i \backslash b_j$	50	150	200	150
	60	3	11	4	4		50	4	5	6	10
	30	2	10	5	6		100	6	3	8	4
	60	3	13	3	7		150	5	1	3	1
	30	1	4	2	1		150	7	2	4	2
8	$x_{21} \leq 10, x_{12} \geq 10$					23	$x_{22} \leq 25, x_{44} \geq 25$				
	$a_i \backslash b_j$	40	20	10	20		$a_i \backslash b_j$	25	50	75	50
	40	7	6	5	11		25	1	1	3	4
	20	3	4	2	2		50	7	2	4	2
	10	9	10	3	15		50	8	9	5	6
	10	1	5	1	3		50	6	7	8	5

Вари- ант	Задача					Вари- ант	Задача				
9	$x_{44} \leq 20, x_{23} \geq 20$					24	$x_{42} \leq 10, x_{23} \geq 20$				
	$a_i \backslash b_j$	40	30	40	50		$a_i \backslash b_j$	20	20	40	20
	20	5	3	1	6		20	2	2	3	4
	30	4	6	4	7		40	4	5	4	7
	20	4	1	2	3		20	6	7	3	5
40	6	3	8	10	40	3	5	7	4		
10	$x_{32} \leq 100, x_{23} \geq 100$					25	$x_{43} \leq 10, x_{22} \geq 5$				
	$a_i \backslash b_j$	100	200	200	300		$a_i \backslash b_j$	5	10	15	10
	100	4	3	5	2		5	2	2	4	5
	200	7	1	2	3		20	4	6	7	10
	300	9	2	4	5		15	5	3	3	6
100	1	3	6	4	20	6	4	5	12		
11	$x_{31} \leq 100, x_{42} \geq 100$					26	$x_{34} \leq 100, x_{43} \geq 50$				
	$a_i \backslash b_j$	200	400	100	200		$a_i \backslash b_j$	50	100	100	150
	200	1	7	12	2		50	1	3	4	1
	100	2	3	8	4		100	3	2	2	4
	200	3	5	4	6		150	4	8	9	5
200	4	4	3	8	150	9	6	7	10		
12	$x_{11} \leq 100, x_{42} \geq 200$					27	$x_{33} \leq 60, x_{42} \geq 60$				
	$a_i \backslash b_j$	200	400	100	200		$a_i \backslash b_j$	60	120	180	120
	200	2	1	3	5		60	1	3	2	1
	100	4	3	4	7		120	6	2	4	2
	100	5	8	3	6		180	5	9	5	10
400	3	5	2	4	180	7	6	7	15		
13	$x_{32} \leq 20, x_{24} \geq 20$					28	$x_{32} \leq 70, x_{43} \geq 140$				
	$a_i \backslash b_j$	10	30	30	40		$a_i \backslash b_j$	70	140	210	140
	10	3	1	3	4		70	1	2	1	3
	50	5	1	2	2		140	2	4	5	8
	60	2	3	4	6		210	3	5	6	9
40	7	2	5	3	210	4	6	7	10		
14	$x_{43} \leq 20, x_{34} \geq 20$					29	$x_{42} \leq 80, x_{23} \geq 80$				
	$a_i \backslash b_j$	20	20	40	40		$a_i \backslash b_j$	80	160	240	160
	20	4	5	2	4		80	2	5	2	3
	40	3	1	3	5		160	3	4	4	5
	80	2	7	6	8		80	4	3	6	7
40	3	3	1	4	160	5	2	5	4		
15	$x_{33} \leq 100, x_{42} \geq 100$					30	$x_{31} \leq 90, x_{44} \geq 90$				
	$a_i \backslash b_j$	100	200	200	300		$a_i \backslash b_j$	180	90	270	180
	100	1	3	4	1		90	1	3	4	1
	200	5	2	2	7		90	3	2	9	13
	400	4	4	3	6		180	3	4	5	8
200	7	2	5	3	180	4	5	6	4		

## Задание 2

В некотором районе имеются  $m$  ( $i = \overline{1, m}$ ) заводов, мощности которых  $a_i$ . Продукция заводов поступает сначала на промежуточные базы  $p$  ( $r = \overline{1, p}$ ), пропускная способность которых  $d_r$ , а затем  $n$  ( $j = \overline{1, n}$ ) потребителям с потребностями  $b_j$ . Возможности заводов, мощности промежуточных баз, запросы потребителей и стоимости перевозок единицы продукции от заводов на базы  $c_{ir}$  и с баз к потребителям  $t_{rj}$  представлены в табл.

Составить математическую модель задачи. Определить:

- 1) Оптимальную схему прикрепления потребителей к перевалочным базам и перевалочных баз к поставщикам на основе решения двухэтапной транспортной задачи;
- 2) Сравнить полученное решение с решением путем раздельного прикрепления потребителей к базам и баз к поставщикам.

Таблица

№ задачи	Объём поставок пунктов производства $a_i$ , т	Объём потребления пунктов потребления $b_j$ , т	Пропускная способность промежуточных пунктов (базы) $d_r$ , т	Стоимость перевозки единицы продукции	
				$c_{ir}$ , руб.т	$t_{rj}$ , руб. т
1	280	150	400	18, 16, 10	12, 8, 10, 6
	120	250	200	10, 14, 12	14, 12, 3, 10
	300	140	250	16, 22, 14	6, 8, 12, 4
		160			
2	340	200	350	14, 18	8, 6, 4, 2
	150	160	450	16, 12	
	100	130			
		100		10, 14	10, 8, 6, 3
3	200	350	220	4, 9, 2	20, 23, 16
	150	150	280	6, 7, 4	15, 10, 24
	100			7, 4, 3	
	250	200	250	2, 2, 1	10, 12, 18
4		220			
	480	180	500	16, 12, 22	1, 2, 4, 6
	320	260	200		4, 2, 8, 10
		140	300	20, 14, 18	3, 5, 6, 8
5	100	120			
	200	170	240	10, 8, 6	10, 12, 8, 8
		110	360	8, 6, 4	10, 14, 6, 4
	300	200	400	6, 4, 2	8, 12, 6, 3
6	160	230	380	24, 15	6, 5, 3, 4
	240	180		22, 16	8, 4, 5, 2
	250	240	520	20, 18	
7	130		250	18, 20, 23	16, 14
	240	350	350	16, 18, 25	20, 10
	380	400	450	20, 14, 22	18, 12
8	140			3, 2, 4	
	160	300	520	5, 1, 3	26, 28
	220	400	280	6, 8, 10	24, 20
	180		100	8, 5, 4	22, 18

9	500 400	330 270 300	200 350 250 300	16, 18, 20, 24 14, 12, 22, 18	8, 6, 4 10, 7, 5 12, 8, 3 8, 10, 3
10	170 230 360	300 200 260	290 360 350	23, 25, 15 20, 22, 18 18, 24, 16	6, 3, 10 3, 1, 12 5, 2, 10
11	200 300 400	210 320 150 220	350 320 400	16, 12, 14 20, 10, 18 14, 21, 16	6, 8, 5, 2 5, 10, 3, 1 8, 12, 4, 2
12	270 130 300	130 270 140 160	400 200 250	18, 16, 10 10, 14, 12 16, 22, 14	12, 8, 10, 6 14, 12, 3, 10 6, 8, 12, 4
13	320 170 100	200 130 160 100	350 450	14, 18 16, 12 10, 14	8, 6, 4, 2 10, 8, 6, 3
14	200 100 150 250	250 150 300	250 280 200	4, 9, 2 6, 7, 4 7, 4, 3 2, 2, 1	20, 23, 16 15, 10, 24 10, 12, 18
15	450 350	200 200 260 140	500 200 300	16, 12, 22 20, 14, 18	1, 2, 4, 6 4, 2, 8, 10 3, 5, 6, 8
16	280 120 300	150 250 140 160	400 200 250	18, 16, 10 10, 14, 12 16, 22, 14	12, 8, 10, 6 14, 12, 3, 10 6, 8, 12, 4
17	340 150 100	200 160 130 100	350 450	14, 18 16, 12 10, 14	8, 6, 4, 2 10, 8, 6, 3
18	200 150 100 250	350 150 200	220 280 250	4, 9, 2 6, 7, 4 7, 4, 3 2, 2, 1	20, 23, 16 15, 10, 24 10, 12, 18
19	480 320	220 180 260 140	500 200 300	16, 12, 22 20, 14, 18	1, 2, 4, 6 4, 2, 8, 10 3, 5, 6, 8
20	100 200 300	120 170 110 200	240 360 400	10, 8, 6 8, 6, 4 6, 4, 2	10, 12, 8, 8 10, 14, 6, 4 8, 12, 6, 3
21	160 240 250	230 180 240	380 520	24, 15 22, 16 20, 18	6, 5, 3, 4 8, 4, 5, 2
22	130 240 380	350 400	250 350 450	18, 20, 23 16, 18, 25 20, 14, 22	16, 14 20, 10 18, 12

23	140			3, 2, 4	
	160	300	520	5, 1, 3	26, 28
	220	400	280	6, 8, 10	24, 20
	180		100	8, 5, 4	22, 18
24		330	200		8, 6, 4
	500	270	350	16, 18, 20, 24	10, 7, 5
	400	300	250	14, 12, 22, 18	12, 8, 3
			300		8, 10, 3
25	170	300	290	23, 25, 15	6, 3, 10
	230	200	360	20, 22, 18	3, 1, 12
	360	260	350	18, 24, 16	5, 2, 10
26	200	210	350	16, 12, 14	6, 8, 5, 2
	300	320	320	20, 10, 18	5, 10, 3, 1
		150	400		
	400	220		14, 21, 16	8, 12, 4, 2
27	270	130	400	18, 16, 10	12, 8, 10, 6
	130	270	200	10, 14, 12	14, 12, 3, 10
	300	140	250	16, 22, 14	6, 8, 12, 4
		160			
28	320	200	350	14, 18	8, 6, 4, 2
	170	130	450	16, 12	
	100	160			
		100		10, 14	10, 8, 6, 3
29	200	250	250	4, 9, 2	20, 23, 16
	100	150	280	6, 7, 4	15, 10, 24
	150			7, 4, 3	
	250	300	200	2, 2, 1	10, 12, 18
30		200			
	450	200	500	16, 12, 22	1, 2, 4, 6
	350	260	200		4, 2, 8, 10
		140	300	20, 14, 18	3, 5, 6, 8