**Лабораторная работа 5. ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА**

**Цель работы:** Приобретение навыков решения открытой транспортной задачи

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **26** | **16** | **20** | **17** | **25** | **15** | **182** |
| 2 | **24** | **14** | **22** | **19** | **21** | **27** | **127** |
| 3 | **15** | **19** | **25** | **22** | **16** | **25** | **164** |
| 4 | **18** | **24** | **24** | **17** | **27** | **16** | **173** |
| 5 | **17** | **25** | **23** | **14** | **24** | **18** | **114** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **157** | **121** | **145** | **207** | **109** | **177** |  |

Для разрешимости транспортной задачи необходимо, чтобы суммарные запасы продукции у поставщиков равнялись суммарной потребности потребителей.

Проверим необходимое и достаточное условие разрешимости задачи.  
∑a = 182 + 127 + 164 + 173 + 114 = 760  
∑b = 157 + 121 + 145 + 207 + 109 + 177 = 916  
Суммарная потребность груза у потребителей превышает запасы груза у поставщиков. Следовательно, модель исходной транспортной задачи является **открытой**. Чтобы получить **закрытую** модель, введем дополнительного (фиктивного) поставщика с запасом груза, равным 156 (760—916). Тарифы перевозки единицы груза из от поставщика ко всем потребителям полагаем равны нулю.  
Занесем исходные данные в распределительную таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **26** | **16** | **20** | **17** | **25** | **15** | **182** |
| 2 | **24** | **14** | **22** | **19** | **21** | **27** | **127** |
| 3 | **15** | **19** | **25** | **22** | **16** | **25** | **164** |
| 4 | **18** | **24** | **24** | **17** | **27** | **16** | **173** |
| 5 | **17** | **25** | **23** | **14** | **24** | **18** | **114** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **156** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **157** | **121** | **145** | **207** | **109** | **177** |  |

**Этап I. Поиск первого опорного плана(*метод наименьшей стоимости)***

Суть метода заключается в том, что из всей таблицы стоимостей выбирают наименьшую, и в клетку, которая ей соответствует, помещают меньшее из чисел ai, или bj.  
Затем, из рассмотрения исключают либо строку, соответствующую поставщику, запасы которого полностью израсходованы, либо столбец, соответствующий потребителю, потребности которого полностью удовлетворены, либо и строку и столбец, если израсходованы запасы поставщика и удовлетворены потребности потребителя.  
Из оставшейся части таблицы стоимостей снова выбирают наименьшую стоимость, и процесс распределения запасов продолжают, пока все запасы не будут распределены, а потребности удовлетворены.  
Искомый элемент равен c22=14. Для этого элемента запасы равны 127, потребности 121. Поскольку минимальным является 121, то вычитаем его.  
x22 = min(127,121) = 121.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | **26** | **х** | **20** | **17** | **25** | **15** | **182** |
| 2 | **24** | **14** | **22** | **19** | **21** | **27** | **127-121=6** |
| 3 | **15** | **х** | **25** | **22** | **16** | **25** | **164** |
| 4 | **18** | **х** | **24** | **17** | **27** | **16** | **173** |
| 5 | **17** | **х** | **23** | **14** | **24** | **18** | **114** |
| 6 | **0** | **х** | **0** | **0** | **0** | **0** | **156** |
| Потребность | **157** | **121 – 121 = 0** | **145** | **207** | **109** | **177** |  |

Искомый элемент равен c54=14. Для этого элемента запасы равны 114, потребности 207. Поскольку минимальным является 114, то вычитаем его.  
x54 = min(114,207) = 114.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | **26** | **х** | **20** | **17** | **25** | **15** | **182** |
| 2 | **24** | **14** | **121** | **22** | **19** | **21** | **27** | **6** |
| 3 | **15** | **х** | **25** | **22** | **16** | **25** | **164** |
| 4 | **18** | **х** | **24** | **17** | **27** | **16** | **173** |
| 5 | х | **х** | **х** | **14** | **х** | **х** | **114 – 114 = 0** |
| 6 | **0** | **х** | **0** | **0** | **0** | **0** | **156** |
| Потребность | **157** | **0** | **145** | **207 – 114 = 93** | **109** | **177** |  |

Искомый элемент равен c16=15. Для этого элемента запасы равны 182, потребности 177. Поскольку минимальным является 177, то вычитаем его.  
x16 = min(182,177) = 177.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | **26** | **х** | **20** | **17** | **25** | **15** | **182 – 177 = 5** |
| 2 | **24** | **14** | **121** | **22** | **19** | **21** | Х | **6** |
| 3 | **15** | **х** | **25** | **22** | **16** | Х | **164** |
| 4 | **18** | **х** | **24** | **17** | **27** | Х | **173** |
| 5 | х | **х** | **х** | **14**|114 | **х** | Х | **0** |
| 6 | **0** | **х** | **0** | **0** | **0** | х | **156** |
| Потребность | **157** | **0** | **145** | **93** | **109** | **177- 177 = 0** |  |

Искомый элемент равен c31=15. Для этого элемента запасы равны 164, потребности 157. Поскольку минимальным является 157, то вычитаем его.  
x31 = min(164,157) = 157.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **20** | **17** | **25** | **15**|177 | **5** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **22** | **19** | **21** | Х | **6** |
| 3 | **15** | **Х** | **25** | **22** | **16** | Х | **164 – 157 = 7** |
| 4 | Х | **Х** | **24** | **17** | **27** | Х | **173** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0** | **0** | **0** | Х | **156** |
| Потребность | **157 – 157 = 0** | **0** | **145** | **93** | **109** | **0** |  |

Искомый элемент равен c35=16. Для этого элемента запасы равны 7, потребности 109. Поскольку минимальным является 7, то вычитаем его.  
x35 = min(7,109) = 7.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **20** | **17** | **25** | **15**|177 | **5** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **22** | **19** | **21** | Х | **6** |
| 3 | **15**|157 | **Х** | **Х** | Х | **16** | Х | **7 – 7 = 0** |
| 4 | Х | **Х** | **24** | **17** | **27** | Х | **173** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0** | **0** | **0** | Х | **156** |
| Потребность | **0** | **0** | **145** | **93** | **109 – 7 = 102** | **0** |  |

Искомый элемент равен c14=17. Для этого элемента запасы равны 5, потребности 93. Поскольку минимальным является 5, то вычитаем его.  
x14 = min(5,93) = 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **Х** | **17** | **Х** | **15**|177 | **5 -5 = 0** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **22** | **19** | **21** | Х | **6** |
| 3 | **15**|157 | **Х** | **Х** | Х | **16** |7 | Х | **0** |
| 4 | Х | **Х** | **24** | **17** | **27** | Х | **173** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0** | **0** | **0** | Х | **156** |
| Потребность | **0** | **0** | **145** | **93 – 5 = 88** | **102** | **0** |  |

Искомый элемент равен c44=17. Для этого элемента запасы равны 173, потребности 88. Поскольку минимальным является 88, то вычитаем его.  
x44 = min(173,88) = 88.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **Х** | **17**|5 | **Х** | **15**|177 | **0** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **22** | **Х** | **21** | Х | **6** |
| 3 | **15**|157 | **Х** | **Х** | Х | **16** |7 | Х | **0** |
| 4 | Х | **Х** | **24** | **17** | **27** | Х | **173 – 88 = 85** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0** | Х | **0** | Х | **156** |
| Потребность | **0** | **0** | **145** | **88 – 88 = 0** | **102** | **0** |  |

Искомый элемент равен c25=21. Для этого элемента запасы равны 6, потребности 102. Поскольку минимальным является 6, то вычитаем его.  
x25 = min(6,102) = 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **Х** | **17**|5 | **Х** | **15**|177 | **0** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **Х** | **Х** | **21** | Х | **6 – 6 = 0** |
| 3 | **15**|157 | **Х** | **Х** | Х | **16** |7 | Х | **0** |
| 4 | Х | **Х** | **24** | **17**|88 | **27** | Х | **85** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0** | Х | **0** | Х | **156** |
| Потребность | **0** | **0** | **145** | **0** | **102 -6 = 96** | **0** |  |

Искомый элемент равен c43=14. Для этого элемента запасы равны 85, потребности 145. Поскольку минимальным является 85, то вычитаем его.  
x43 = min(85,145) = 85.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **Х** | **17**|5 | **Х** | **15**|177 | **0** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **Х** | **Х** | **21**|6 | Х | **0** |
| 3 | **15**|157 | **Х** | **Х** | Х | **16** |7 | Х | **0** |
| 4 | Х | **Х** | **24** | **17**|88 | **Х** | Х | **85 -85 = 0** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0** | Х | **0** | Х | **156** |
| Потребность | **0** | **0** | **145 – 85 = 60** | **0** | **96** | **0** |  |

Искомый элемент равен c63=0. Для этого элемента запасы равны 156, потребности 60. Поскольку минимальным является 60, то вычитаем его.  
x63 = min(156,60) = 60.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **Х** | **17**|5 | **Х** | **15**|177 | **0** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **Х** | **Х** | **21**|6 | Х | **0** |
| 3 | **15**|157 | **Х** | **Х** | Х | **16** |7 | Х | **0** |
| 4 | Х | **Х** | **24**|85 | **17**|88 | **Х** | Х | **0** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0** | Х | **0** | Х | **156 – 60 = 96** |
| Потребность | **0** | **0** | **60 – 60 = 0** | **0** | **96** | **0** |  |

Искомый элемент равен c65=0. Для этого элемента запасы равны 96, потребности 96. Поскольку минимальным является 86, то вычитаем его.  
x65 = min(96,96) = 96.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запас |
| 1 | Х | Х | **Х** | **17**|5 | **Х** | **15**|177 | **0** |
| 2 | Х | **14** | **121** | **Х** | **Х** | **21**|6 | Х | **0** |
| 3 | **15**|157 | **Х** | **Х** | Х | **16** |7 | Х | **0** |
| 4 | Х | **Х** | **24**|85 | **17**|88 | **Х** | Х | **0** |
| 5 | Х | **Х** | **Х** | **14**|114 | **Х** | Х | **0** |
| 6 | Х | **Х** | **0**|60 | Х | **0** | Х | **96 – 96 = 0** |
| Потребность | **0** | **0** | **0** | **0** | **96 – 96 = 0** | **0** |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запасы |
| 1 | **26** | **16** | **20** | **17 [5]** | **25** | **15 [177]** | **182** |
| 2 | **24** | **14 [121]** | **22** | **19** | **21 [6]** | **27** | **127** |
| 3 | **15 [157]** | **19** | **25** | **22** | **16 [7]** | **25** | **164** |
| 4 | **18** | **24** | **24 [85]** | **17 [88]** | **27** | **16** | **173** |
| 5 | **17** | **25** | **23** | **14 [114]** | **24** | **18** | **114** |
| 6 | **0** | **0** | **0 [60]** | **0** | **0 [96]** | **0** | **156** |
| Потребности | **157** | **121** | **145** | **207** | **109** | **177** |  |

В результате получен первый опорный план, который является допустимым, так как все грузы из баз вывезены, потребность потребителей удовлетворена, а план соответствует системе ограничений транспортной задачи.

Подсчитаем число занятых клеток таблицы, их 11, а должно быть m + n - 1 = 11.   
Значение целевой функции для этого опорного плана равно:  
F(x) = 17\*5 + 15\*167 + 14\*121 + 21\*6 + 15\*157 + 16\*7 + 24\*85 + 17\*88 + 14\*114 + 0\*60 + 0\*96 = 12 009

**Этап II. Улучшение опорного плана*(метод потенциалов)***

Проверим оптимальность опорного плана. Найдем *предварительные потенциалы* ui, vj. по занятым клеткам таблицы, в которых ui + vj = cij, полагая, что u1 = 0.  
u1 + v4 = 17; 0 + v4 = 17; v4 = 17  
u4 + v4 = 17; 17 + u4 = 17; u4 = 0  
u4 + v3 = 24; 0 + v3 = 24; v3 = 24  
u6 + v3 = 0; 24 + u6 = 0; u6 = -24  
u6 + v5 = 0; -24 + v5 = 0; v5 = 24  
u2 + v5 = 21; 24 + u2 = 21; u2 = -3  
u2 + v2 = 14; -3 + v2 = 14; v2 = 17  
u3 + v5 = 16; 24 + u3 = 16; u3 = -8  
u3 + v1 = 15; -8 + v1 = 15; v1 = 23  
u5 + v4 = 14; 17 + u5 = 14 u5 = -3  
u1 + v6 = 15; 0 + v6 = 15; v6 = 15

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | v1= 23 | v2= 17 | v3= 24 | v4= 17 | v5= 24 | v6= 15 |
| u1= 0 | **26** | **16** | **20** | **17 [5]** | **25** | **15 [167]** |
| u2= -3 | **24** | **14 [121]** | **22** | **19** | **21 [6]** | **27** |
| u3= -8 | **15 [157]** | **19** | **25** | **22** | **16 [7]** | **25** |
| u4= 0 | **18** | **24** | **24 [85]** | **17 [88]** | **27** | **16** |
| u5= -3 | **17** | **25** | **23** | **14 [114]** | **24** | **18** |
| u6= -24 | **0** | **0** | **0 [60]** | **0** | **0 [96]** | **0** |

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток, для которых (ui + vj) - cij > 0

(1,1) ∆11 = 0 + 23 - 26 = -3

(1,5) ∆14 = 0 + 24 - 25 = -1

(2,1) ∆21 = -3 + 23 - 24 = -4

(2,3) ∆23 = -3 + 24 - 22 = -1

(2,4) ∆24 = -3 + 17 – 19 = -5

(2,6) ∆26 = -3 + 15 - 27 = -15

(3,2) ∆32 = -8 + 17 - 19 = -10

(3,3) ∆33 = -8 + 24 - 25 = -9

(3,4) ∆34 = -8 + 17 - 22 = -13

(3,6) ∆36 = -8 + 15 - 25 = -18

(4,2) ∆42 = 0 + 17 - 24 = -7

(4,5) ∆45 = 0 + 24 - 27 = -3

(4,6) ∆46 = 0 + 15 - 16 = -1

(5,2) ∆52 = -3 + 17 - 25 = -11

(5,3) ∆53 = -3 + 24 - 23 = -2

(5,5) ∆55 = -3 + 24 - 24 = -3

(5,6) ∆55 = -3 + 15 - 18 = -6

(6,1) ∆61 = -24 + 23 = -1

(6,2) ∆62 = -24 + 17 = -7

(6,4) ∆64 = -24 + 17 = -7

(6,5) ∆65 = -24 + 15 = -9

(1;2): ∆12 = 0 + 17 - 16 = 1 > 0  
(1;3): ∆13 = 0 + 24 - 20 = 4 > 0  
(4;1): ∆41 = 0 + 23 - 18 = 5 > 0  
(5;1): ∆51 = -3 + 23 - 17 = 3 > 0  
max(1, 4, 5, 3) = 5  
Выбираем клетку по максимальной оценке (5) свободной клетки (4;1): 18

Создаем цикл, который представляет собой замкнутую линию, содержащую исключительно вертикальные и горизонтальные линии, которые соединяют выбранную ячейку и ячейки, которые входят в решение транспортной задачи.  
Для этого в перспективную клетку (4;1) поставим знак «+», а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки «-», «+», «-».

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель  Поставщик | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Запасы |
| 1 | **26** | **16** | **20** | **17 [5]** | **25** | **15 [167]** | **182** |
| 2 | **24** | **14 [121]** | **22** | **19** | **21 [6]** | **27** | **127** |
| 3 | **15 [157][-]** | **19** | **25** | **22** | **16 [7][+]** | **25** | **164** |
| 4 | **18 [+]** | **24** | **24 [85][-]** | **17 [88]** | **27** | **16** | **173** |
| 5 | **17** | **25** | **23** | **14 [114]** | **24** | **18** | **114** |
| 6 | **0** | **0** | **0 [60][+]** | **0** | **0 [96][-]** | **0** | **156** |
| Потребности | **157** | **121** | **145** | **207** | **109** | **177** |  |

Цикл приведен в таблице (4,1 → 4,3 → 6,3 → 6,5 → 3,5 → 3,1).  
Из грузов хij стоящих в минусовых клетках, выбираем наименьшее, т.е. у = min (4, 3) = 85. Прибавляем 85 к объемам грузов, стоящих в плюсовых клетках и вычитаем 85 из Хij, стоящих в минусовых клетках. В результате получим новый опорный план.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | Запасы |
| A1 | **26** | **16** | **20** | **17 [5]** | **25** | **15 [167]** | **182** |
| A2 | **24** | **14 [121]** | **22** | **19** | **21 [6]** | **27** | **127** |
| A3 | **15 [72]** | **19** | **25** | **22** | **16 [92]** | **25** | **164** |
| A4 | **18 [85]** | **24** | **24** | **17 [88]** | **27** | **16** | **173** |
| A5 | **17** | **25** | **23** | **14 [114]** | **24** | **18** | **114** |
| A6 | **0** | **0** | **0 [145]** | **0** | **0 [11]** | **0** | **156** |
| Потребности | **157** | **121** | **145** | **207** | **109** | **177** |  |

Проверим оптимальность опорного плана. Найдем *предварительные потенциалы* ui, vj. по занятым клеткам таблицы, в которых ui + vj = cij, полагая, что u1 = 0.  
u1 + v4 = 17; 0 + v4 = 17; v4 = 17  
u4 + v4 = 17; 17 + u4 = 17; u4 = 0  
u4 + v1 = 18; 0 + v1 = 18; v1 = 18  
u3 + v1 = 15; 18 + u3 = 15; u3 = -3  
u3 + v5 = 16; -3 + v5 = 16; v5 = 19  
u2 + v5 = 21; 19 + u2 = 21; u2 = 2  
u2 + v2 = 14; 2 + v2 = 14; v2 = 12  
u6 + v5 = 0; 19 + u6 = 0; u6 = -19  
u6 + v3 = 0; -19 + v3 = 0; v3 = 19  
u5 + v4 = 14; 17 + u5 = 14; u5 = -3  
u1 + v6 = 15; 0 + v6 = 15; v6 = 15

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | v1= 18 | v2= 12 | v3= 19 | v4= 17 | v5= 19 | v6= 15 | Запасы |
| u1= 0 | **26** | **16** | **20** | **17 [5]** | **25** | **15 [167]** | **182** |
| u2=2 | **24** | **14 [121]** | **22** | **19** | **21 [6]** | **27** | **127** |
| u3= -3 | **15 [72]** | **19** | **25** | **22** | **16 [92]** | **25** | **164** |
| u4= 0 | **18 [85]** | **24** | **24** | **17 [88]** | **27** | **16** | **173** |
| u5= -3 | **17** | **25** | **23** | **14 [114]** | **24** | **18** | **114** |
| u6= -19 | **0** | **0** | **0 [145]** | **0** | **0 [11]** | **0** | **156** |
| Потребности | **157** | **121** | **145** | **207** | **109** | **177** |  |

Опорный план является оптимальным, так все оценки свободных клеток удовлетворяют условию (ui + vj ) - cij ≤ 0.

(1,1) ∆11 = 0 + 18 - 26 = -8

(1,2) ∆12 = 0 + 12 - 16 = -4

(1,3) ∆13 = 0 + 19 - 20 = -1

(1,5 )∆15 = 0 + 19 - 25 = -6

(2,1) ∆21 = 2 + 18 - 24 = -4

(2,3) ∆23 = 2 + 19 - 22 = -1

(2,4) ∆24 = 2 + 17 - 19 = 0

(2,6) ∆26 = 2 + 15 - 27 = -10

(3,2) ∆32 = -3 + 12 - 19 = -10

(3,3) ∆33 = -3 + 19 - 25 = -9

(3,4) ∆34 = -3 + 17 - 22 = -8

(3,6) ∆36 = -3 + 15 - 25 = -13

(4,2) ∆42 = 0 + 12 - 24 = -12

(4,3) ∆43 = 0 + 19 - 24 = -5

(4,5) ∆45 = 0 + 19 - 27 = -8

(4,6) ∆46 = 0 + 15 - 16 = -1

(5,1) ∆51 = -3 + 18 - 17 = -2

(5,2) ∆52 = -3 + 12 - 25 = -16

(5,3) ∆53 = -3 + 19 - 23 = -7

(5,5) ∆55 = -3 + 19 - 24 = -8

(5,6) ∆55 = -3 + 15 - 18 = -6

(6,1) ∆61 = -19 + 18 = -1

(6,2) ∆62 = -19 + 12 = -7

(6,4) ∆64 = -19 + 17 = -2

(6,5) ∆65 = -19 + 15 = -4

Минимальные затраты составят: F(x) = 17\*5 + 15\*167 + 14\*121 + 21\*6 + 15\*72 + 16\*92 + 18\*85 + 17\*88 + 14\*114 + 0\*145 + 0\*11 = 11 584  
**Анализ оптимального плана**.  
От 1-го поставщика необходимо груз направить к 4-у потребителю (5 ед.), к 6-у потребителю (167 ед.)  
От 2-го поставщика необходимо груз направить к 2-у потребителю (121 ед.), к 5-у потребителю (6 ед.)  
От 3-го поставщика необходимо груз направить к 1-у потребителю (72 ед.), к 5-у потребителю (92 ед.)  
От 4-го поставщика необходимо груз направить к 1-у потребителю (85 ед.), к 4-у потребителю (88 ед.)  
От 5-го поставщика необходимо весь груз направить к 4-у потребителю.  
Потребность 3-го потребителя остается неудовлетворенной на 145 ед.  
Потребность 5-го потребителя остается неудовлетворенной на 11 ед.  
Минимальные затраты составят 11 584 денежных единиц.