Белорусский государственный технологический университет

Факультет информационных технологий

Кафедра информационных систем и технологий

Отчёт по лабораторной работе №6

«Транспортная задача»

по дисциплине

«Математическое программирование»

Выполнил:

студент 2-го курса спец. ДЭиВИ

Глушкова М.Е.

Вариант №2

Проверил:

ассистент кафедры

Барковский Е.В.

**Лабораторная работа 6. ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА**

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

**Задание для выполнения:**

**Задание.** Решить транспортную задачу. Имеется 5 поставщиков продукции и 6 потребителей. Величина запасов, потребностей и стоимость затрат на перевозку продукции взять в соответствии с вариантом (*N*). Оформить отчет.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **N+12** | **N+2** | **N+6** | **N+3** | **N+11** | **N+1** | **168+N** |
| 2 | **N+10** | **N** | **N+8** | **N+5** | **N+7** | **N+13** | **113+N** |
| 3 | **N+1** | **N+5** | **N+11** | **N+8** | **N+2** | **N+11** | **150+N** |
| 4 | **N+4** | **N+10** | **N+10** | **N+3** | **N+13** | **N+2** | **159+N** |
| 5 | **N+3** | **N+11** | **N+9** | **N** | **N+10** | **N+4** | **100+N** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **143+N** | **107+N** | **131+N** | **193+N** | **95+N** | **163+N** |  |

Условие:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3** | **170** |
| 2 | **12** | **2** | **10** | **7** | **9** | **15** | **115** |
| 3 | **3** | **7** | **13** | **10** | **4** | **13** | **152** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5** | **15** | **4** | **161** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2** | **12** | **6** | **102** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **145** | **109** | **133** | **195** | **97** | **165** |  |

Запасы = 170 + 115 + 152 + 161 + 102 = 700.

Потребности = 145 + 109 + 133 + 195 + 97 + 165 = 844.

Как видно, суммарная потребность груза в пунктах назначения превышает запасы груза на базах. Следовательно, модель исходной транспортной задачи является открытой. Чтобы получить закрытую модель, введем дополнительную (фиктивную) базу с запасом груза, равным 144 (844—700). Тарифы перевозки единицы груза из базы во все магазины полагаем равны нулю.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3** | **170** |
| 2 | **12** | **2** | **10** | **7** | **9** | **15** | **115** |
| 3 | **3** | **7** | **13** | **10** | **4** | **13** | **152** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5** | **15** | **4** | **161** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2** | **12** | **6** | **102** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **145** | **109** | **133** | **195** | **97** | **165** | **844** |

Метод наименьшей стоимости используется для нахождения опорного плана, который поможет решить задачу. Первым шагом находим ячейку с наименьшей стоимостью. Переменной в этой ячейке присваиваем наибольшее значение, допускаемое ограничениями по спросу и предложению. Сокращаем запасы и потребности на соответствующее значение. В нашем случае такое значение это 2. Так как их две, выберем одну из них произвольно (пусть будет ячейка (2,2)).

1. x22 = min(109,115) = 109.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3** | **170** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9** | **15** | **6** |
| 3 | **3** | **7** | **13** | **10** | **4** | **13** | **152** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5** | **15** | **4** | **161** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2** | **12** | **6** | **102** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **145** | **0** | **133** | **195** | **97** | **165** | **844** |

1. x54 = min(195,102) = 102.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3** | **170** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9** | **15** | **6** |
| 3 | **3** | **7** | **13** | **10** | **4** | **13** | **152** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5** | **15** | **4** | **161** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **145** | **0** | **133** | **93** | **97** | **165** | **844** |

1. x16 = min(165,170) = 165.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3|165** | **5** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9** | **15** | **6** |
| 3 | **3** | **7** | **13** | **10** | **4** | **13** | **152** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5** | **15** | **4** | **161** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **145** | **0** | **133** | **93** | **97** | **0** | **844** |

1. x31= min(145,152) = 145.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3|165** | **5** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4** | **13** | **7** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5** | **15** | **4** | **161** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **133** | **93** | **97** | **0** | **844** |

1. x35= min(97,7) = 7.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3|165** | **5** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5** | **15** | **4** | **161** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **133** | **93** | **90** | **0** | **844** |

1. x44= min(93,161) = 93.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8** | **5** | **13** | **3|165** | **5** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5|93** | **15** | **4** | **68** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **133** | **0** | **90** | **0** | **844** |

1. x13= min(133,5) = 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | **0** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5|93** | **15** | **4** | **68** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **128** | **0** | **90** | **0** | **844** |

1. x25= min(90,6) = 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | **0** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | **0** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12** | **5|93** | **15** | **4** | **68** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **128** | **0** | **84** | **0** | **844** |

1. x43= min(128,68) = 68.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | **0** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12|68** | **5|93** | **15** | **4** | **0** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **144** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **60** | **0** | **84** | **0** | **844** |

1. x63= min(60,144) = 60.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | **0** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12|68** | **5|93** | **15** | **4** | **0** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0|60** | **0** | **0** | **0** | **84** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **0** | **0** | **84** | **0** | **844** |

1. x65= min(84,84) = 84.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | **0** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12|68** | **5|93** | **15** | **4** | **0** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0|60** | **0** | **0|84** | **0** | **0** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

Заполненные нами ячейки будем называть базисными, остальные - свободными.

Для решения задачи методом потенциалов, количество базисных ячеек (задействованных маршрутов) должно равняться m + n - 1, где m - количество строк в таблице, n - количество столбцов в таблице. Количество базисных ячеек (задействованных маршрутов) равно 11, что и требовалось.

Мы нашли начальное решение, т.е израсходовали все запасы поставщиков и удовлетворили все потребности потребителей.

**Z = 8\*5** + **3\*165 + 2\*109 + 9\*6 + 3\*145 + 4\*7 + 12\*68 + 5\*93 + 2\*102 + 0\*60 + 0\*84 = 2755.**

Общие затраты на доставку всей продукции, для начального решения, составляют **2755**.

Дальнейшие наши действия будут состоять из шагов, каждый из которых состоит в следующем:

* Находим потенциалы поставщиков и потребителей для имеющегося решения.
* Находим оценки свободных ячеек. Если все оценки окажутся неотрицательными - задача решена.
* Выбираем свободную ячейку (с отрицательной оценкой), выбор которой, позволяет максимально снизить общую стоимость доставки всей продукции на данном шаге решения.
* Находим новое решение, как минимум, не хуже предыдущего.
* Вычисляем общую стоимость доставки всей продукции для нового решения.

**ОЦЕНКА ПОЛУЧЕННОГО РЕШЕНИЯ.**

Каждому поставщику Ai ставим в соответствие некоторое число - ui, называемое потенциалом поставщика. Каждому потребителю Bj ставим в соответствие некоторое число - vj, называемое потенциалом потребителя.

Для базисной ячейки (задействованного маршрута), сумма потенциалов поставщика и потребителя должна быть равна тарифу данного маршрута.

(ui + vj = cij, где cij - тариф клетки AiBj)

Поскольку, число базисных клеток - **11**, а общее количество потенциалов равно **12**, то для однозначного определения потенциалов, значение одного из них можно выбрать произвольно.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ЗАПАСЫ |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | **0** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | **6** |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | **0** |
| 4 | **6** | **12** | **12|68** | **5|93** | **15** | **4** | **0** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | **0** |
| 6 | **0** | **0** | **0|60** | **0** | **0|84** | **0** | **0** |
| ПОТРЕБНОСТИ | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

u1 = 0.

u1 + v3 = 8; 0 + v3 = 8; v3 = 8

u4 + v3 = 12; 8 + u4 = 12; u4 = 4

u6 + v3 = 0; u6 + 8 = 0; u6 = -8

u4 + v4 = 5; 4 + v4 = 5; v4 = 1

u5 + v4 = 2; u5 + 1 = 2; u5 = 1

u6 + v5 = 0; -8 + v5 = 0; v5 = 8

u3 + v5 = 4; u3 + 8 = 4; u3 = -4

u2 + v5 = 9; u2 + (-4) = 9; u2 = 13

u1 + v6 = 3; 0 + v6 = 3; v6 = 3

u2 + v2 = 2; 13 + v2 = 2; v2 = -11

u3 + v1 = 3; -4 + v1 = 3; v1 = 7

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ui |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | u1 = 0 |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | u2 = 13 |
| 3 | **3|145** | **7** | **13** | **10** | **4|7** | **13** | u3 = -4 |
| 4 | **6** | **12** | **12|68** | **5|93** | **15** | **4** | u4 = 4 |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | u5 = 1 |
| 6 | **0** | **0** | **0|60** | **0** | **0|84** | **0** | u6 = -8 |
| Vi | v1 = 7 | v2 = -11 | v3 = 8 | v4 = 1 | v5 = 8 | v6 = 3 |  |

**Найдем оценки свободных ячеек следующим образом:**

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток, для которых ui + vj > cij.

(2;1): 7 + 13 > 12; ∆21 = 7 + 13 - 12 = 8 > 0

(2;3): 8 + 13 > 10; ∆23 = 8 + 13 - 10 = 11 > 0

(2;4): 1 + 13 > 7; ∆24 = 1 + 13 - 7 = 7 > 0

(4;1): 7 + 4 > 6; ∆41 = 7 + 4 - 6 = 5 > 0

(4;6): 3 + 4 > 4; ∆46 = 3 + 4 - 4 = 3 > 0

(5;1): 7 + 1 > 5; ∆51 = 7 + 1 - 5 = 3 > 0

max(8,11,7,5,3,3) = 11

Выбираем максимальную оценку свободной клетки (4;1): 6

Для этого в перспективную клетку (4;1) поставим знак «+», а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки «-», «+», «-».

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ui |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | u1 = 0 |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | u2 = 13 |
| 3 | **3|145-** | **7** | **13** | **10** | **4|7+** | **13** | u3 = -4 |
| 4 | **6+** | **12** | **12|68-** | **5|93** | **15** | **4** | u4 = 4 |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | u5 = 1 |
| 6 | **0** | **0** | **0|60+** | **0** | **0|84-** | **0** | u6 = -8 |
| Vi | v1 = 7 | v2 = -11 | v3 = 8 | v4 = 1 | v5 = 8 | v6 = 3 |  |

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) = 68. Прибавляем 68 к объемам грузов, стоящих в плюсовых клетках и вычитаем 68 из Хij, стоящих в минусовых клетках. В результате получим новый опорный план.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** |
| 3 | **3|77** | **7** | **13** | **10** | **4|75** | **13** |
| 4 | **6|68** | **12** | **12** | **5|93** | **15** | **4** |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** |
| 6 | **0** | **0** | **0|128** | **0** | **0|16** | **0** |

Проверим оптимальность опорного плана. Найдем *предварительные потенциалы* ui, vj. по занятым клеткам таблицы, в которых ui + vj = cij, полагая, что u1 = 0.

u1 + v3 = 8; 0 + v3 = 8; v3 = 8

u1 + v6 = 3; 0 + v6 = 3; v6 = 3

u6 + v3 = 0; u6 + 8 = 0; u6 = -8

u6 + v5 = 0; -8 + v5 = 0; v5 = 8

u3 + v5 = 4; u3 + 8 = 4; u3 = -4

u2 + v5 = 9; u2 + 8= 9; u2 = 1

u2 + v2 = 2; 1 + v2 = 2; v2 = 1

u3 + v1 = 3; -4 + v1 = 3; v1 = 7

u4 + v1 = 6; u4 + 7 = 6; u4 = -1

u4 + v4 = 5; -1 + v4 = 5; v4 = 6

u5 + v4 = 2; u5 + 6 = 2; u5 = -4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПОТРЕБИТЕЛИ  ПОСТАВЩИКИ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ui |
| 1 | **14** | **4** | **8|5** | **5** | **13** | **3|165** | u1 = 0 |
| 2 | **12** | **2|109** | **10** | **7** | **9|6** | **15** | u2 = 1 |
| 3 | **3|77** | **7** | **13** | **10** | **4|75** | **13** | u3 = -4 |
| 4 | **6|68** | **12** | **12** | **5|93** | **15** | **4** | u4 = -1 |
| 5 | **5** | **13** | **11** | **2|102** | **12** | **6** | u5 = -4 |
| 6 | **0** | **0** | **0|128** | **0** | **0|16** | **0** | u6 = -8 |
| Vi | v1 = 7 | v2 = 1 | v3 = 8 | v4 = 6 | v5 = 8 | v6 = 3 |  |

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

Минимальные затраты составят: **Z = 8\*5 + 3\*165 + 2\*109 + 9\*6 + 3\*77 + 4\*75 + 6\*68 +5\*93 + 2\*102 + 0\*128 + 0\*16 = 2415**

Таким образом, общие затраты на доставку всей продукции, для оптимального решения, составляют **2415.**

**Анализ оптимального плана.**

Из 1-го склада необходимо груз направить в 3-й магазин (5 ед.), в 6-й магазин (165 ед.)

Из 2-го склада необходимо груз направить в 2-й магазин (109 ед.), в 5-й магазин (6 ед.)

Из 3-го склада необходимо груз направить в 1-й магазин (77 ед.), в 5-й магазин (75 ед.)

Из 4-го склада необходимо груз направить в 1-й магазин (68 ед.), в 4-й магазин (93 ед.)

Из 5-го склада необходимо весь груз направить в 4-й магазин (102 ед.).

Потребность 3-го магазина остается неудовлетворенной на 128 ед.

Потребность 5-го магазина остается неудовлетворенной на 16 ед.

**Вывод:** в ходе данной лабораторной работы приобрели навыки решения открытой транспортной задачи.