

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ**

**ОТЧЕТ
по лабораторной работе №5
по дисциплине «Методы оптимизации»
Тема: РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ**

Студент гр. 1384

Бобков В. Д.

Студент гр. 1384

Усачева Д. В.

Студент гр. 1384

Пчелинцева К. Р.

Преподаватель

Балтрашевич В.Э.

Санкт-Петербург
2023

Цель работы.

Решение транспортной задачи при помощи метода минимальной стоимости и метода потенциалов.

Исходный текст задачи.

Однородный груз сосредоточен у m поставщиков в объемах a_1, a_2, \dots, a_m . Данный груз необходимо доставить n потребителям в объемах b_1, b_2, \dots, b_n . Стоимость перевозки груза от поставщика i до потребителя j - c_{ij} . Требуется составить план перевозок, позволяющий полностью вывезти продукты всех производителей, полностью обеспечивающий потребности всех потребителей и обеспечивающий минимум суммарных затрат на перевозку.

Основные теоретические положения.

Метод наименьшей стоимости. Этот метод предполагает выбор наименьшей стоимости из всей таблицы, а затем установление этой минимальной стоимости в соответствующей ячейке, где значения представлены как a_i или b_j . Далее, либо исключается строка, соответствующая поставщику, у которого все запасы исчерпаны, либо исключается столбец, соответствующий потребителю, у которого потребности удовлетворены, либо и строка и столбец, если и запасы поставщика и потребности потребителя полностью удовлетворены. Затем процесс продолжается, выбирая минимальную стоимость из оставшейся части таблицы стоимостей и продолжая распределение запасов до тех пор, пока все запасы не будут распределены и потребности не будут удовлетворены.

Метод потенциалов. Метод потенциалов является способом быстро нахождения оптимального решения транспортной задачи в несколько шагов. Однако для использования этого метода необходимо

предварительно найти допустимое начальное решение перед решением задачи.

Алгоритм решения.

1. *Выделение базисных и свободных ячеек.* Ячейки (клетки) транспортной таблицы с ненулевыми перевозками называются базисными, а клетки с нулевыми объемами перевозки — свободными

2. *Проверка на вырожденность.* Базисных ячеек таблицы должно быть не менее $m + n - 1$, где m - число поставщиков, n - число потребителей. Если условие не выполняется, то план считается вырожденным и требует введения в базис одной ячейки с нулевой перевозкой.

3. *Вычисление потенциалов.* Каждому поставщику соответствует потенциал u_i , каждому потребителю соответствует потенциал v_j . Для нахождения потенциалов полагают какой-либо из них равным 0, а остальные находят из соотношения: $u_i + v_j = c_{ij}$, где c_{ij} — стоимость перевозки груза от поставщика i к потребителю j . Таким образом получаем решение системы уравнений.

4. *Проверка на оптимальность.* Для всех незанятых ячеек (с нулевым объемом перевозки) вычисляется $\Delta_{ij} = u_i + v_j - c_{ij}$. Для всех занятых ячеек $\Delta_{ij} = 0$. Если в получившейся таблице нет значений $\Delta_{ij} > 0$, то план перевозок оптимален и задача решена.

5. *Построение цикла.* Цикл перераспределения поставок представляет собой замкнутую ломаную линию, которая соединяет начальную вершину (ячейка с минимальной ценой) и занятые ячейки транспортной таблицы по определенным правилам:

5.1. Все вершины, кроме начальной, находятся в занятых ячейках таблицы. при этом охвачены циклом могут быть не все, а лишь некоторые занятые ячейки.

5.2. В каждой вершине цикла встречаются ровно два звена ломаной линии, причем одна из них находится по строке, а другая — по столбцу. Иначе говоря, они пересекаются под прямым углом.

5.3. Линия может пересекать занятые ячейки, не включая их в цикл. Другими словами, никакие три последовательные вершины не могут находиться в одной и той же строке или одном и том же столбце.

5.4. Линия может пересекать саму себя, при этом точка пересечения не включается в цикл.

6. Перераспределение поставок по циклу. Начальной вершине присваивается знак $+$, следующей $-$, далее знаки чередуются по такому же принципу. Необходимо найти вершину со знаком $-$, имеющую минимальный объем поставки θ . Затем θ вычитается из объема поставки во всех вершинах, помеченных знаком $-$, и прибавляется к объему поставки в вершинах со знаком $+$.

Далее алгоритм повторяется с пункта 4, пока не будет получено оптимальное решение.

Выполнение работы.

Условие задачи:

Истоков : 4;				Стоков : 5.							
C11=	2.0	C12=	1.0	C13=	5.0	C14=	4.0	C15=	1.0	A1=	300.0
C21=	1.0	C22=	3.0	C23=	10.0	C24=	6.0	C25=	2.0	A2=	350.0
C31=	3.0	C32=	8.0	C33=	7.0	C34=	5.0	C35=	4.0	A3=	400.0
C41=	1.0	C42=	1.0	C43=	1.0	C44=	1.0	C45=	3.0	A4=	450.0
B1 =	350.0	B2 =	300.0	B3 =	100.0	B4 =	350.0	B5 =	400.0		

Исправьте данные и нажмите Enter; для выбора поля служат стрелки, выход – Esc

Метод наименьшей стоимости.

Выбор вершины с наименьшей стоимостью перевозки:

						Обозначения	
C: 2.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	C: 5.00 X: Δ:	C: 4.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	a1 300.00	Невычеркн	
C: 1.00 X: Δ:	C: 3.00 X: Δ:	C: 10.00 X: Δ:	C: 6.00 X: Δ:	C: 2.00 X: Δ:	a2 350.00	Вычеркнут	
C: 3.00 X: Δ:	C: 8.00 X: Δ:	C: 7.00 X: Δ:	C: 5.00 X: Δ:	C: 4.00 X: Δ:	a3 400.00	Δ > 0 Max (Δ)	
C: 1.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	C: 3.00 X: Δ:	a4 450.00	Изменен X	
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00		Отметка	

↑ Идет построение начального плана ...

Для перемещения – стрелки, для отметки – Ins, для выбора клетки – Enter

Исключение верхней строки таблицы:

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: TRT

C: 2.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	C: 5.00 X: Δ:	C: 4.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	a1 300.00
C: 1.00 X: Δ:	C: 3.00 X: Δ:	C: 10.00 X: Δ:	C: 6.00 X: Δ:	C: 2.00 X: Δ:	a2 350.00
C: 3.00 X: Δ:	C: 8. X: Δ:				400.00
C: 1.00 X: Δ:	C: 1. X: Δ:				450.00
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00	

* Информация к размышлению *

Следует отдать Вам должное:

Вы СОВЕРШЕННО ПРАВЫ !

↑ Идет построение начального плана ...

Для перемещения окна используйте стрелки, для выхода - Enter

Обозначения

Невычеркн.

Вычеркнут.

Δ > 0

Max (Δ)

Изменен X

Отметка

Начальный план, построенный методом минимальной стоимости:

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: TRT

C: 2.00 X: Δ:	C: 1.00 X: 300.00 Δ:	C: 5.00 X: Δ:	C: 4.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	a1 300.00
C: 1.00 X: 350.00 Δ:	C: 3.00 X: Δ:	C: 10.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:	C: 2.00 X: Δ:	a2 350.00
C: 3.00 X: Δ:	C: 8.00 X: Δ:	C: 7.00 X: Δ:	C: 5.00 X: <0> Δ:	C: 4.00 X: 400.00 Δ:	a3 400.00
C: 1.00 X: <0> Δ:	C: 1.00 X: <0> Δ:	C: 1.00 X: 100.00 Δ:	C: 1.00 X: 350.00 Δ:	C: 3.00 X: Δ:	a4 450.00
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00	

↑ Начальный план окончательно построен

Для продолжения работы НАЖМИТЕ ЛЮБУЮ КЛАВИШУ ...

Обозначения

Невычеркн.

Вычеркнут.

Δ > 0

Max (Δ)

Изменен X

Отметка

Метод потенциалов

Первая итерация:

Обозначения				
C: 2.00 X: Δ:	C: 1.00 X: 300.00 Δ:	C: 5.00 X: Δ:	C: 4.00 X: Δ:	C: 1.00 X: Δ:
C: 1.00 X: 350.00 Δ:	C: 3.00 X: Δ:	C: 10.00 X: Δ:	C: 6.00 X: Δ:	C: 2.00 X: Δ:
C: 3.00 X: Δ:	C: 8.00 X: Δ:	C: X: Δ:	C: X: Δ:	C: X: Δ:
C: 1.00 X: <0> Δ:	C: 1.00 X: <0> Δ:	C: X: Δ:	C: X: Δ:	C: X: Δ:
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00

* Выберите: *

F1 F2 F3 F4 F5 Enter	U1-U3=C13 U5+U3=2.0 U5+3=20*U1 U2+U1=1.0 U1+U3=C20 Продолжение.
-------------------------------------	--

↑ Идет поиск векторов потенциалов <U> и <V> ...

Нажмите функциональную клавишу или Enter

Был выбран 4 ответ: $u_2 + v_1 = 1.0$. Полученная система уравнений:

* Информация к размышлению *

Система и ее решение:

$\begin{cases} U_1+U_2= & 1.0 \\ U_2+V_1= & 1.0 \\ U_3+V_4= & 5.0 \\ U_3+V_5= & 4.0 \\ U_4+V_1= & 1.0 \\ U_4+V_2= & 1.0 \\ U_4+V_3= & 1.0 \\ U_4+V_4= & 1.0 \\ U_1 & = & 0.0 \end{cases}$	\Rightarrow	$\begin{cases} U_1= & 0.0 \\ U_2= & 0.0 \\ U_3= & 4.0 \\ U_4= & 0.0 \\ V_1= & 1.0 \\ V_2= & 1.0 \\ V_3= & 1.0 \\ V_4= & 1.0 \\ V_5= & 0.0 \end{cases}$
---	---------------	--

План, полученный на 1 итерации:

C: 2.00 X: 300.00 Δ: -1.00	C: 1.00 X: 300.00 Δ: -1.00	C: 5.00 X: 300.00 Δ: -4.00	C: 4.00 X: 300.00 Δ: -3.00	C: 1.00 X: 300.00 Δ: -1.00	a1 300.00	Обозначения
C: 1.00 X: 350.00 Δ: -2.00	C: 3.00 X: 350.00 Δ: -2.00	C: 10.00 X: 350.00 Δ: -9.00	C: 6.00 X: 350.00 Δ: -5.00	C: 2.00 X: 350.00 Δ: -2.00	a2 350.00	Невычеркн.
C: 3.00 X: 400.00 Δ: 2.00	C: 8.00 X: 400.00 Δ: -3.00	C: 7.00 X: 400.00 Δ: -2.00	C: 5.00 X: 400.00 Δ: <0>	C: 4.00 X: 400.00 Δ: -3.00	a3 400.00	Вычеркнут.
C: 1.00 X: <0> Δ: <0>	C: 1.00 X: <0> Δ: <0>	C: 1.00 X: 100.00 Δ: <0>	C: 1.00 X: 350.00 Δ: <0>	C: 3.00 X: 450.00 Δ: -3.00	a4 450.00	Δ > 0
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00		Max (Δ)
Как Вы считаете, оптимален ли план? [Д/Н] :						Изменен X
						Отметка

Не является оптимальным, т.к. несколько значений Δ больше нуля.
Построение цикла пересчета:

Выберем ячейку с наибольшей Δ

C: 2.00 X: 300.00 Δ: -1.00	C: 1.00 X: 300.00 Δ: -1.00	C: 5.00 X: 300.00 Δ: -4.00	C: 4.00 X: 300.00 Δ: -3.00	C: 1.00 X: 300.00 Δ: -1.00	a1 300.00	Обозначения
C: 1.00 X: 350.00 Δ: -2.00	C: 3.00 X: 350.00 Δ: -2.00	C: 10.00 X: 350.00 Δ: -9.00	C: 6.00 X: 350.00 Δ: -5.00	C: 2.00 X: 350.00 Δ: -2.00	a2 350.00	Невычеркн.
C: 3.00 X: 400.00 Δ: 2.00	C: 8.00 X: 400.00 Δ: -3.00	C: 7.00 X: 400.00 Δ: -2.00	C: 5.00 X: 400.00 Δ: <0>	C: 4.00 X: 400.00 Δ: -3.00	a3 400.00	Вычеркнут.
C: 1.00 X: <0> Δ: <0>	C: 1.00 X: <0> Δ: <0>	C: 1.00 X: 100.00 Δ: <0>	C: 1.00 X: 350.00 Δ: <0>	C: 3.00 X: 450.00 Δ: -3.00	a4 450.00	Δ > 0
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00		Max (Δ)
↑ Идет счет Δ и поиск клетки, вводимой в базис ...						Изменен X
						Отметка

C: 2.00 X: 300.00 Δ: -1.00	C: 1.00 X: 300.00 Δ: -1.00	C: 5.00 X: 300.00 Δ: -4.00	C: 4.00 X: 300.00 Δ: -3.00	C: 1.00 X: 300.00 Δ: -1.00	a1 300.00	Обозначения
C: 1.00 X: 350.00 Δ: -2.00	C: 3.00 X: 350.00 Δ: -2.00	C: 10.00 X: 350.00 Δ: -9.00	C: 6.00 X: 350.00 Δ: -5.00	C: 2.00 X: 350.00 Δ: -2.00	a2 350.00	Невычеркн.
C: 3.00 X: 400.00 Δ: 2.00	C: 8.00 X: 400.00 Δ: -3.00	C: 7.00 X: 400.00 Δ: -2.00	C: 5.00 X: 400.00 Δ: <0>	C: 4.00 X: 400.00 Δ: -3.00	a3 400.00	Вычеркнут.
C: 1.00 X: <0> Δ: <0>	C: 1.00 X: <0> Δ: <0>	C: 1.00 X: 100.00 Δ: <0>	C: 1.00 X: 350.00 Δ: <0>	C: 3.00 X: 450.00 Δ: -3.00	a4 450.00	Δ > 0
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00		Max (Δ)
↑ Идет поиск цикла для вводимой в базис клетки ...						Изменен X
						Отметка

Получен новый базис:

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: TRT

C: 2.00

X: -1.00

Δ: -1.00

C: 1.00

X: 300.00

Δ: -2.00

C: 5.00

X: -4.00

Δ: -4.00

C: 4.00

X: -3.00

Δ: -3.00

C: 1.00

X: -1.00

Δ: -1.00

a1 300.00

C: 1.00

X: 350.00

Δ: -2.00

C: 3.00

X: -2.00

Δ: -2.00

C: 10.00

X: -9.00

Δ: -9.00

C: 6.00

X: -5.00

Δ: -5.00

C: 2.00

X: -2.00

Δ: -2.00

a2 350.00

C: 3.00

X: <0>

Δ: 2.00

C: 8.00

X: -3.00

Δ: -3.00

C: 7.00

X: -2.00

Δ: -2.00

C: 5.00

X: -5.00

Δ: -5.00

C: 4.00

X: 400.00

Δ: -3.00

a3 400.00

C: 1.00

X: <0>

Δ: -3.00

C: 1.00

X: <0>

Δ: -3.00

C: 1.00

X: 100.00

Δ: -3.00

C: 1.00

X: 350.00

Δ: -3.00

C: 3.00

X: -3.00

Δ: -3.00

a4 450.00

b1 350.00

b2 300.00

b3 100.00

b4 350.00

b5 400.00

Обозначения

Невычеркн.

Вычеркнут.

Δ > 0

Max (Δ)

Изменен X

Отметка

↑ Получен новый базис

Для продолжения работы НАЖМИТЕ ЛЮБУЮ КЛАВИШУ ...

Задача сделана:

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Progra...

C: 2.00 X: 300.00 Δ: -2.00	C: 1.00 X: 300.00 Δ: -1.00	C: 5.00 X: -4.00 Δ: -4.00	C: 4.00 X: -3.00 Δ: -3.00	C: 1.00 X: <0> Δ: -	a1 300.00
C: 1.00 X: 350.00 Δ: -	C: 3.00 X: -1.00 Δ: -	C: 10.00 X: -	C: 6.00 X: -	C: 2.00 X: -	a2 350.00
C: 3.00 X: 0.00 Δ: -	C: 8.00 X: -4.00 Δ: -	<div>Мы поздравляем Вас с успешным завершением решения классической транспортной задачи. Желаем дальнейших успехов в учебе и личной жизни ...</div>			
C: 1.00 X: -1.00 Δ: -	C: 1.00 X: 0.00 Δ: -				
b1 350.00	b2 300.00	b3 100.00	b4 350.00	b5 400.00	a4 450.00

↑ Получено конечное решение

Для перемещения окна используйте стрелки, для выхода - Enter

Обозначения

Невычеркн .

Вычеркнут .

Δ > 0

Max (Δ)

Изменен X

Отметка

Вывод.

В процессе выполнения данной лабораторной работы, мы изучили способы решения транспортной задачи, включая метод наименьшей стоимости и метод потенциалов. Более того, мы успешно применили эти методы для решения конкретной транспортной задачи.