

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт цифровых технологий, электроники и физики  
Кафедра вычислительной техники и электроники

## Лабораторная работа №3. Задача коммивояжера

(Отчёт по лабораторным работам по курсу «Методы оптимизации».  
13 ВАРИАНТ)

Выполнил: ст. 595 гр.:

\_\_\_\_\_ Д. В. Осипенко

Проверил: к.ф-м. наук, доцент каф. ВТиЭ

\_\_\_\_\_ В. И. Иордан

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Барнаул, 2022 г.

# 1 Краткие теоретические сведения по теме лабораторной работы

Имеется  $n$  городов. Расстояния между любой парой городов  $i$  и  $j$  известны и составляют  $c_{ij}$ . Коммивояжер выезжает из какого-либо города и должен посетить все города, побывав в каждом только один раз и вернуться в исходный город. Ставится задача определить такую последовательность объезда городов, или маршрут, при которой суммарная длина маршрута была бы минимальной

## 2 Решение индивидуального задания

Дана задача (12 вариант, т.к. 13 нету):

a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	q	r	s	t	x	y	z	w
8	5	15	6	6	5	5	2	6	5	5	6	5	3	5	4	8	4	5	9

Матрица расстояний (C):

	n1	n2	n3	n4	n5
n1	$\infty$	8	5	15	6
n2	6	$\infty$	5	5	2
n3	6	5	$\infty$	5	6
n4	5	3	5	$\infty$	4
n5	8	4	5	9	$\infty$

## 2.1 MS Excel

Начнём работу в электронной таблице MS Excel. Создадим на листе матрицу состояний С, заполнив её исходными данными:

	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Матрица состояний С							
2	Пункты	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
3	N1	1000	8	5	15	6	1000	
4	N2	6	1000	5	5	2	1000	
5	N3	6	5	1000	5	6	1000	
6	N4	5	3	5	1000	4	1000	
7	N5	8	4	5	9	1000	1000	
8	N6	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
9	Матрица переменных X							
10	Пункты	N1	N2	N3	N4	N5	N6	Выход
11	N1	0	0	0	0	0	0	=SUM(C11:H11)
12	N2	0	0	0	0	0	0	=SUM(C12:H12)
13	N3	0	0	0	0	0	0	=SUM(C13:H13)
14	N4	0	0	0	0	0	0	=SUM(C14:H14)
15	N5	0	0	0	0	0	0	=SUM(C15:H15)
16	N6	0	0	0	0	0	0	=SUM(C16:H16)
17	Вход	=SUM(C11:C16)	=SUM(D11:D16)	=SUM(E11:E16)	=SUM(F11:F16)	=SUM(G11:G16)	=SUM(H11:H16)	
18	Дополнительные переменные							
19		u2	u3	u4	u5	u6		
20								
21	Специальное условие (обеспечивает устранение нескольких несвязанных между собой маршрутов и циклов)							
22	$u2+u1+n*x2i$	0	=D\$20+E\$20+5*E12	=D\$20+F\$20+5*F12	=D\$20+G\$20+5*G12	=D\$20+H\$20+5*H12		
23	$u3+u1+n*x3i$	=E\$20+D\$20+5*D13	0	=E\$20+F\$20+5*F13	=E\$20+G\$20+5*G13	=E\$20+H\$20+5*H13		
24	$u4+u1+n*x4i$	=F\$20+D\$20+5*D14	=F\$20+E\$20+5*E14	0	=F\$20+G\$20+5*G14	=F\$20+H\$20+5*H14		
25	$u5+u1+n*x5i$	=G\$20+D\$20+5*D15	=G\$20+E\$20+5*E15	=G\$20+F\$20+5*F15	0	=G\$20+H\$20+5*H15		
26	$u6+u1+n*x6i$	=H\$20+D\$20+5*D16	=H\$20+E\$20+5*E16	=H\$20+F\$20+5*F16	=H\$20+G\$20+5*G16	0		
27								
28	Целевая функция		=SUMPRODUCT(C3:G7;C11:G15)					
29								

Матрицу переменных X заполняем нулями

В ячейку C16 запишем формулу: =СУММ(C11:C15). Автозаполнением скопируем эту формулу в ячейки диапазона D16:G16.

В ячейку H11 запишем формулу: =СУММ(C11:H11). Автозаполнением скопируем эту формулу в ячейки диапазона H12:15.

В ячейку F28 вводим формулу целевой функции: =СУММПРОИЗВ(C3:G7;C11:G15). В ячейки диапазона D22:G25 вводим формулы, соответствующие ограничениям:

- В ячейку E22: =D\$20-E20+6\*E12. Автозаполнением копируем формулу в ячейки F26,G26;
- В ячейку D23: =E\$20-D20+6\*D13. Автозаполнением копируем формулу в ячейки E23, G23;
- В ячейку D24: =F\$20-D20+6\*D14. Автозаполнением копируем формулу в ячейки E24, G24;
- В ячейку D25: =G\$20-D20+6\*D15. Автозаполнением копируем формулу в ячейки E25, G25.
- Ячейки D22, E23, F24, G25 = 0.

На вкладке «Данные» выбираем пункт «Поиск решения». В появившемся окне «Параметры поиска решения» (рис.2) выполняем необходимые установки:

В поле «Оптимизировать целевую функцию» вводим абсолютный адрес ячейки F28; Направление целевой функции устанавливаем «Минимум»;

В поле «Изменяя ячейки переменных» вводим абсолютный адрес диапазона ячеек \$C\$11:\$G\$15;\$D\$20:\$G\$20;

1. \$C\$11:\$G\$15 = бинарное
2. \$C\$16:\$G\$16 = 1
3. \$D\$22:\$G\$25 <= 5
4. \$H\$11:\$H\$15 = 1

Устанавливаем галочку «Сделать переменные без ограничений неотрицательными» и выбираем метод решения «Поиск решения линейных задач симплекс-методом».

**Solver Parameters**

Set Objective:

To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

\$C\$11:\$G\$15 = binary
\$C\$16:\$G\$16 = 1
\$D\$22:\$G\$25 <= 4
\$H\$11:\$H\$15 = 1

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

**Solving Method**

Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

Нажимаем «Найти решение». Таким образом, путь: N1-N3-N4-N2-N5-N1. Минимальная длина маршрута 23.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Матрица состояния C							
2		Пункты	N1	N2	N3	N4	N5		
3		N1	1000	8	5	15	6		
4		N2	6	1000	5	5	2		
5		N3	6	5	1000	5	6		
6		N4	5	3	5	1000	4		
7		N5	8	4	5	9	1000		
8									
9		Матрица переменных X							
10		Пункты	N1	N2	N3	N4	N5	Выход	
11		N1	0	0	1	0	0	1	
12		N2	0	0	0	0	1	1	
13		N3	0	0	0	1	0	1	
14		N4	0	1	0	0	0	1	
15		N5	1	0	0	0	0	1	
16		Вход	1	1	1	1	1		
17									
18		Дополнительные переменные							
19				u2	u3	u4	u5		
20				2	0	1	3		
21		Специальное условие (обеспечивает устранение нескольких несвязанных между собой маршрутов и циклов)							
22		$u2 - u_i + n \cdot x_{2i}$	0	2	1	4			
23		$u3 - u_i + n \cdot x_{3i}$	-2	0	4	-3			
24		$u4 - u_i + n \cdot x_{4i}$	4	1	0	-2			
25		$u5 - u_i + n \cdot x_{5i}$	1	3	2	0			
26									
27									
28		Целевая функция			23				
29									

### 3 Вывод

Задача коммивояжера может применяться для нахождения оптимального маршрута, позволяющего объехать определенные города по одному разу и вернуться в исходную точку.