

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

**Лабораторная работа №3**

По дисциплине: «Математическое моделирование и методы исследования  
операций»

На тему «Оптимизация оснащения обрабатывающего центра»

Выполнил студент группы АП-31  
Сальников С.Д.  
Принял преподаватель  
Мурашко В.С.

Гомель 2022

**Цель работы:** Овладение навыками разработки математической модели и решение задачи оптимизации оснащения магазина обрабатывающего центра с помощью теории графов, «Поиска решения» в MS Excel, реализующего методы перебора с возвратом и нахождения кратчайшего пути.

### Практическая часть

Имеется  $n$  различных видов инструментов для оснащения магазина обрабатывающего центра, причем число инструментов каждого вида можно считать неограниченным. Известно, что каждый инструмент  $i$ -го вида занимает  $a_i$  гнезд обрабатывающего центра и время его переточки равно  $c_i$ . После установки по одному инструменту каждого вида осталось  $b$  свободных гнезд обрабатывающего центра. Необходимо оснастить оставшуюся свободной части магазина таким образом, чтобы суммарное время работы инструментов было максимальным (минимальным). Для всех вариантов число свободных гнезд магазина обрабатывающего центра равно 7.

В лабораторной работе требуется решить следующие четыре задачи.

1. Суммарное время работы инструментов должно быть максимальным, причем в одном гнезде может быть несколько экземпляров одного инструмента.
2. Суммарное время работы инструментов должно быть минимальным, причем в одном гнезде может быть несколько экземпляров одного инструмента.
3. Суммарное время работы инструментов должно быть максимальным, причем в одном гнезде может быть только один инструмент.
4. Суммарное время работы инструментов должно быть минимальным, причем в одном гнезде может быть только один инструмент.

Исходные данные:

Вариант 20

Инструменты	1	2	3	4	5	6
Стойкость	2	3	1	4	2	1
Число гнезд	5	4	3	3	2	1

Решение задач:

Задача 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Инструменты	1	2	3	4	5	6		
2	Стойкость	2	3	1	4	2	1	max $z(x)$	9
3	Число гнезд	5	4	3	3	2	1	ограничение	7
4	Оптимальное решение	0	0	0	2	0	1	емкость магазина	7

Задача 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Инструменты	1	2	3	4	5	6		
2	Стойкость	2	3	1	4	2	1	min $z(x)$	3
3	Число гнезд	5	4	3	3	2	1	ограничение	7
4	Оптимальное решение	0	0	2	0	0	1	емкость магазина	7

Задача 3



Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☒ Максимум ☐ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

\$B\$4:\$G\$4 = целое

\$I\$3 = \$I\$4

Добавить

Изменить

Удалить

Сбросить

Загрузить/сохранить

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Параметры

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка Найти решение Заккрыть

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

\$B\$9:\$G\$9 = целое

\$I\$8 = \$I\$9

Добавить

Изменить

Удалить

Сбросить

Загрузить/сохранить

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Параметры

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка Найти решение Заккрыть

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☒ Максимум ☐ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

\$B\$14:\$G\$14 = бинарное  
\$I\$13 = \$I\$14

Добавить  
Изменить  
Удалить  
Сбросить  
Загрузить/сохранить

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Параметры

Метод решения  
Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Найти решение

Заккрыть

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

\$B\$19:\$G\$19 = бинарное  
\$I\$18 = \$I\$19

Добавить  
Изменить  
Удалить  
Сбросить  
Загрузить/сохранить

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Параметры

Метод решения  
Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Найти решение

Заккрыть

## Нахождение кратчайшего пути графическим методом

Так как  $a_3 = 3 = a_4$ , при  $c_3 = 1$  и  $c_4 = 4$ , примем  $x_4 = 0$   
Приведенная задача имеет следующий вид

$$\begin{aligned} z(x) &= 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 2 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 \\ 5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 + 2 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 &= 7 \\ x_i &\geq 0 \text{ и } x_i - \text{целые} \end{aligned}$$

Строим оргграф

Для вершины 0:

$$0 \rightarrow 1, 1-0=1=a_6, c_6 = 1$$

$$0 \rightarrow 2, 2-0=2=a_5, c_5 = 2$$

$$0 \rightarrow 3, 3-0=3=a_3, c_3 = 1$$

$$0 \rightarrow 4, 4-0=4=a_2, c_1 = 3$$

$$0 \rightarrow 5, 5-0=5=a_1, c_1 = 2$$

Для вершины 1:

$$1 \rightarrow 2, 2-1=1=a_6, c_6 = 1$$

$$1 \rightarrow 3, 3-1=2=a_5, c_5 = 2$$

$$1 \rightarrow 4, 4-1=3=a_3, c_3 = 1$$

$$1 \rightarrow 5, 5-1=4=a_2, c_1 = 3$$

$$1 \rightarrow 6, 6-1=5=a_1, c_1 = 2$$

Для вершины 2:

$$2 \rightarrow 3, 3-2=1=a_6, c_6 = 1$$

$$2 \rightarrow 4, 4-2=2=a_5, c_5 = 2$$

$$2 \rightarrow 5, 5-2=3=a_3, c_3 = 1$$

$$2 \rightarrow 6, 6-2=4=a_2, c_1 = 3$$

$$2 \rightarrow 7, 7-2=5=a_1, c_1 = 2$$

Для вершины 3:

$$3 \rightarrow 4, 4-3=1=a_6, c_6 = 1$$

$$3 \rightarrow 5, 5-3=2=a_5, c_5 = 2$$

$$3 \rightarrow 6, 6-3=3=a_3, c_3 = 1$$

$$3 \rightarrow 7, 7-3=4=a_2, c_1 = 3$$

Для вершины 4:

$$4 \rightarrow 5, 5-4=1=a_6, c_6 = 1$$

$$4 \rightarrow 6, 6-4=2=a_5, c_5 = 2$$

$$4 \rightarrow 7, 7-4=3=a_3, c_3 = 1$$

Для вершины 5:

$$5 \rightarrow 6, 6-5=1=a_6, c_6 = 1$$

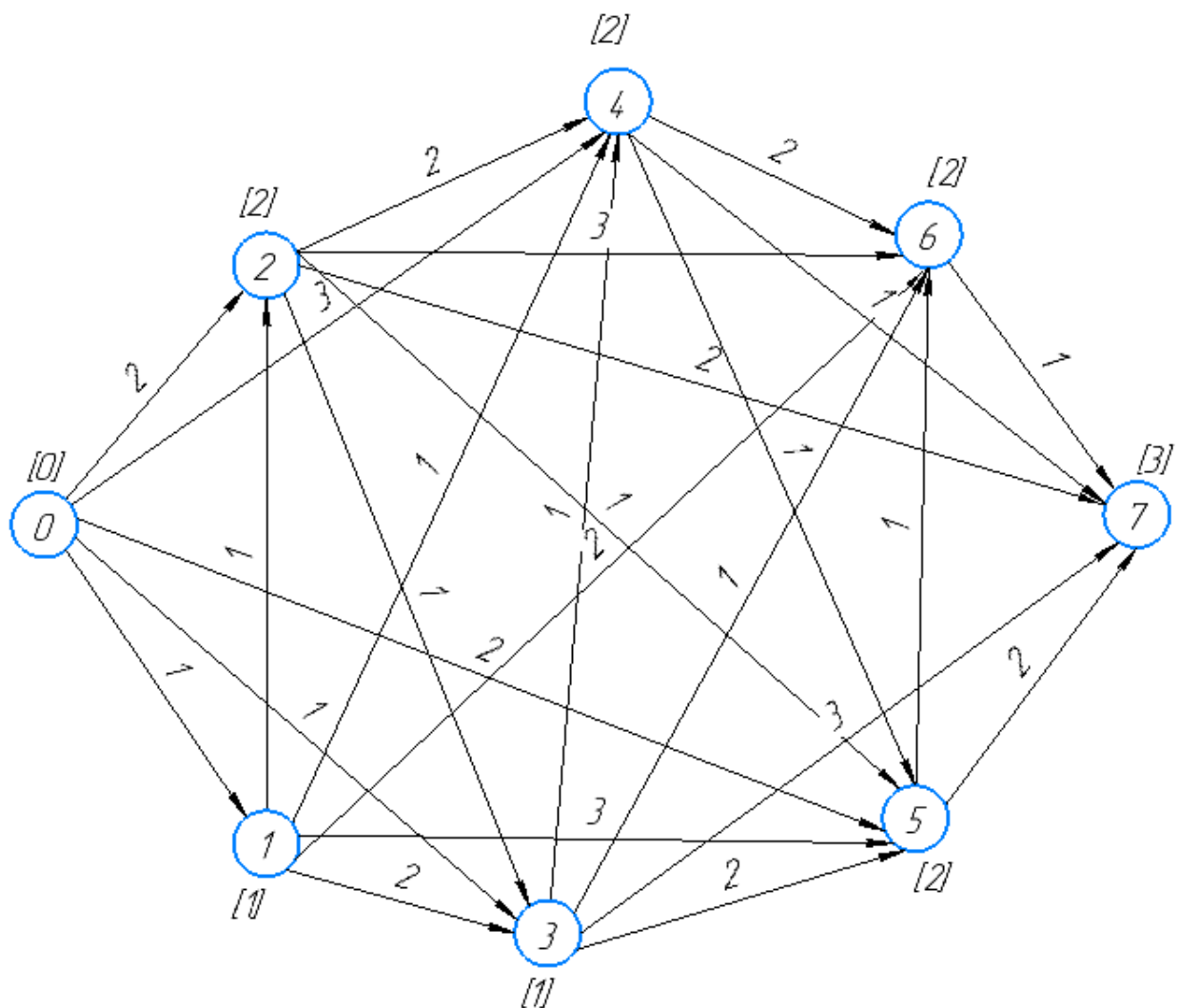
$$5 \rightarrow 7, 7-5=2=a_5, c_5 = 2$$

Для вершины 6:

$$6 \rightarrow 7, 7-6=1=a_6, c_6 = 1$$

Кратчайший путь:  $[0] \rightarrow [3] \rightarrow [6] \rightarrow [7]$

Количество инструментов в работе: 002001



Нахождение длиннейшего пути графическим методом

Так как  $a_3 = 3 = a_4$ , при  $c_3 = 1$  и  $c_4 = 4$ , примем  $x_3 = 0$   
Приведенная задача имеет следующий вид

$$\begin{aligned} z(x) &= 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 + 4 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 \\ 5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 + 3 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 &= 7 \\ x_i &\geq 0 \text{ и } x_i - \text{целые} \end{aligned}$$

Строим оргграф

Для вершины 0:

$0 \rightarrow 1, 1-0=1=a_6, c_6 = 1$   
 $0 \rightarrow 2, 2-0=2=a_5, c_5 = 2$   
 $0 \rightarrow 3, 3-0=3=a_4, c_4 = 4$   
 $0 \rightarrow 4, 4-0=4=a_2, c_1 = 3$   
 $0 \rightarrow 5, 5-0=5=a_1, c_1 = 2$

Для вершины 1:

$1 \rightarrow 2, 2-1=1=a_6, c_6 = 1$   
 $1 \rightarrow 3, 3-1=2=a_5, c_5 = 2$   
 $1 \rightarrow 4, 4-1=3=a_4, c_4 = 4$   
 $1 \rightarrow 5, 5-1=4=a_2, c_1 = 3$   
 $1 \rightarrow 6, 6-1=5=a_1, c_1 = 2$

Для вершины 2:

$2 \rightarrow 3, 3-2=1=a_6, c_6 = 1$   
 $2 \rightarrow 4, 4-2=2=a_5, c_5 = 2$   
 $2 \rightarrow 5, 5-2=3=a_4, c_4 = 4$   
 $2 \rightarrow 6, 6-2=4=a_2, c_1 = 3$   
 $2 \rightarrow 7, 7-2=5=a_1, c_1 = 2$

Для вершины 3:

$3 \rightarrow 4, 4-3=1=a_6, c_6 = 1$   
 $3 \rightarrow 5, 5-3=2=a_5, c_5 = 2$   
 $3 \rightarrow 6, 6-3=3=a_4, c_4 = 4$   
 $3 \rightarrow 7, 7-3=4=a_2, c_1 = 3$

Для вершины 4:

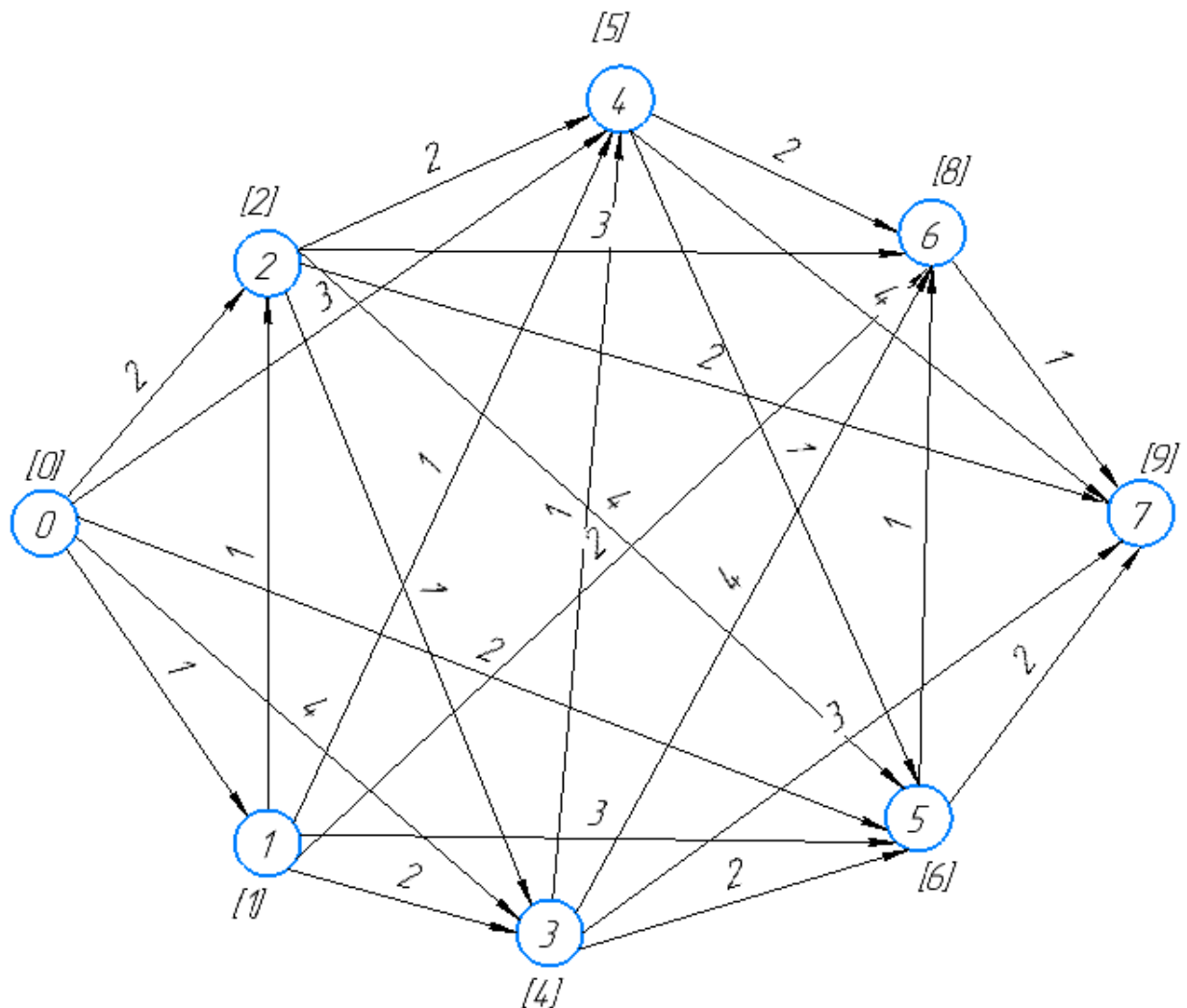
$4 \rightarrow 5, 5-4=1=a_6, c_6 = 1$   
 $4 \rightarrow 6, 6-4=2=a_5, c_5 = 2$   
 $4 \rightarrow 7, 7-4=3=a_4, c_4 = 4$

Для вершины 5:

$5 \rightarrow 6, 6-5=1=a_6, c_6 = 1$   
 $5 \rightarrow 7, 7-5=2=a_5, c_5 = 2$

$$6 \rightarrow 7, 7-6=1=a_6, c_6 = 1$$

Количество инструментов в работе: 000201



**Вывод:** овладел навыками разработки математической модели и решил задачи оптимизации оснащения магазина обрабатывающего центра с помощью теории графов, «Поиска решения» в MS Excel, реализующего методы перебора с возвратом и нахождения кратчайшего пути