

## Требования к программам

1. Программа должна получать все параметры в качестве аргументов командной строки.
2. Аргументы командной строки для задач 1–5:
  - 1)  $n$  – размерность матрицы,
  - 2)  $p$  – количество выводимых значений в матрице,
  - 3)  $k$  – задает номер формулы для инициализации матрицы, должен быть равен 0 при вводе матрицы из файла,
  - 4) `filename` – имя файла, откуда надо прочитать матрицу. Этот аргумент **отсутствует**, если  $k \neq 0$ .

Например, запуск

```
./a.out 4 4 0 a.txt
```

означает, что матрицу 4x4 надо прочитать из файла `a.txt` и выводить не более 4-х строк и столбцов матрицы, а запуск

```
./a.out 2000 6 1
```

означает, что матрицу 2000x2000 надо инициализировать по формуле номер 1 и выводить не более 6-ти строк и столбцов матрицы.

3. Аргументы командной строки для задач 6–7:
  - 1)  $i$  – параметр  $i$  задачи,
  - 2)  $j$  – параметр  $j$  задачи,
  - 3)  $n$  – число строк матрицы,
  - 4)  $m$  – число столбцов матрицы,
  - 5)  $p$  – количество выводимых значений в матрице,
  - 6)  $k$  – задает номер формулы для инициализации матрицы, должен быть равен 0 при вводе матрицы из файла,
  - 7) `filename` – имя файла, откуда надо прочитать матрицу. Этот аргумент **отсутствует**, если  $k \neq 0$ .

Например, запуск

```
./a.out 1 2 6 4 4 0 a.txt
```

означает, что  $i = 1$ ,  $j = 2$ , матрицу 6x4 надо прочитать из файла `a.txt` и выводить не более 4-х строк и столбцов матрицы, а запуск

```
./a.out 3 4 2000 4000 6 1
```

означает, что  $i = 3$ ,  $j = 4$ , матрицу 2000x4000 надо инициализировать по формуле номер 1 и выводить не более 6-ти строк и столбцов матрицы.

4. Аргументы командной строки для задачи 8:

- 1)  $i$  – параметр  $i$  задачи,
- 2)  $j$  – параметр  $j$  задачи,
- 3)  $\gamma$  – параметр  $\gamma$  задачи,
- 4)  $n$  – число строк матрицы,
- 5)  $m$  – число столбцов матрицы,
- 6)  $p$  – количество выводимых значений в матрице,
- 7)  $k$  – задает номер формулы для инициализации матрицы, должен быть равен 0 при вводе матрицы из файла,
- 8) `filename` – имя файла, откуда надо прочитать матрицу. Этот аргумент **отсутствует**, если  $k \neq 0$ .

5. Аргументы командной строки для задачи 9:

- 1)  $n$  – число строк матрицы,
- 2)  $m$  – число столбцов матрицы,
- 3)  $p$  – количество выводимых значений в матрицах,
- 4)  $k_A$  – задает номер формулы для инициализации матрицы  $A$ , должен быть равен 0 при вводе матрицы  $A$  из файла,
- 5)  $f_A$  – имя файла, откуда надо прочитать матрицу  $A$ . Этот аргумент **отсутствует**, если  $k_A \neq 0$ ,
- 6)  $k_B$  – задает номер формулы для инициализации вектора  $B$  размера  $m \times 1$ , должен быть равен 0 при вводе вектора  $B$  из файла,
- 7)  $f_B$  – имя файла, откуда надо прочитать вектора  $B$ . Этот аргумент **отсутствует**, если  $k_B \neq 0$ .

6. Аргументы командной строки для задачи 10:

- 1)  $n$  – число строк матрицы,
- 2)  $m$  – число столбцов матрицы,
- 3)  $k$  – число столбцов матрицы  $B$ ,
- 4)  $p$  – количество выводимых значений в матрицах,
- 5)  $k_A$  – задает номер формулы для инициализации матрицы  $A$ , должен быть равен 0 при вводе матрицы  $A$  из файла,
- 6)  $f_A$  – имя файла, откуда надо прочитать матрицу  $A$ . Этот аргумент **отсутствует**, если  $k_A \neq 0$ ,
- 7)  $k_B$  – задает номер формулы для инициализации матрицы  $B$  размера  $m \times k$ , должен быть равен 0 при вводе матрицы  $B$  из файла,
- 8)  $f_B$  – имя файла, откуда надо прочитать матрицу  $B$ . Этот аргумент **отсутствует**, если  $k_B \neq 0$ .

7. Ввод матрицы должен быть оформлен в виде подпрограммы, находящейся в отдельном файле.

8. Ввод матрицы из файла. В указанном файле находится матрица в формате:

$$\begin{array}{ccc} a_{1,1} & \dots & a_{1,m} \\ a_{2,1} & \dots & a_{2,m} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n,1} & \dots & a_{n,m} \end{array}$$

где  $n \times m$  - указанные размеры матрицы,  $A = (a_{i,j})$  - матрица. Программа должна выводить сообщение об ошибке, если указанный файл не может быть прочитан, содержит меньшее количество данных или данные неверного формата.

9. Ввод матрицы и правой части по формуле. Элемент  $a_{i,j}$  матрицы  $A$  полагается равным

$$a_{i,j} = f(k, n, m, i, j), \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, m,$$

где  $f(k, n, m, i, j)$  - функция, которая возвращает значение  $(i, j)$ -го элемента  $n \times m$  матрицы по формуле номер  $k$  (аргумент командной строки). Функция  $f(k, n, m, i, j)$  должна быть оформлена в виде отдельной подпрограммы.

$$f(k, n, i, j) = \begin{cases} \max\{n, m\} - \max\{i, j\} + 1 & \text{при } k = 1 \\ \max\{i, j\} & \text{при } k = 2 \\ |i - j| & \text{при } k = 3 \\ \frac{1}{i + j - 1} & \text{при } k = 4 \end{cases}$$

10. Решение системы должно быть оформлено в виде подпрограммы, находящейся в отдельном файле.

11. Программа должна содержать подпрограмму вывода на экран прямоугольной матрицы  $n \times m$  матрицы. Эта подпрограмма используется для вывода исходной  $n \times m$  матрицы после ее инициализации, а также для вывода на экран результата работы программы. Подпрограмма выводит на экран не более, чем  $p$  строк и столбцов  $n \times m$  матрицы, где  $p$  – параметр этой подпрограммы (аргумент командной строки). Каждая строка матрицы должна печататься на новой строке, каждый элемент матрицы выводится в строке по формату " %10.3e" (один пробел между элементами и экспоненциальный формат %10.3e).

12. Вывод результата задачи в функции `main` должен производиться по формату:

- Непосредственно вывод результата (число или матрица)
- Отчет о времени:

```
printf ("%s : Task = %d Elapsed = %.2f\n",  
        argv[0], task, t);
```

где

- `argv[0]` – первый аргумент командной строки (имя образа программы),
- `task` – номер задачи (1–10),
- `t` – время работы функции, реализующей решение этой задачи.

**Вывод должен производиться в точности в таком формате, чтобы можно было автоматизировать обработку запуска многих тестов.**

## Задачи

1. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $n \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целое число  $n$ , и возвращающую ненулевое значение, если эта матрица симметрична (т.е.  $a_{ij} = a_{ji}$ ), 0 в противном случае.
2. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $n \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целое число  $n$ , и возвращающую след матрицы  $A$ .
3. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целое число  $n$ , и заменяющую матрицу  $A$  на ее транспонированную.
4. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целое число  $n$ , и заменяющую матрицу  $A$  на матрицу  $(A + A^t)/2$ , где  $A^t$  – транспонированная матрица  $A$ .
5. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целое число  $n$ , и заменяющую матрицу  $A$  на матрицу  $(a - a^t)/2$ , где  $A^t$  – транспонированная матрица  $A$ .
6. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times m$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $n$ ,  $m$ ,  $i$  и  $j$ , и переставляющую в матрице  $A$  строки  $i$  и  $j$  местами. Номер строки и столбца начинается с 1.
7. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times m$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $n$ ,  $m$ ,  $i$  и  $j$ , и переставляющую в матрице  $A$  столбцы  $i$  и  $j$  местами. Номер строки и столбца начинается с 1.
8. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times m$  матрицу  $A$  вещественных чисел, целые числа  $n$ ,  $m$ ,  $i$ ,  $j$  и вещественное число  $\gamma$ , и прибавляющую к  $j$ -й строке матрицы  $A$   $i$ -ю строку, умноженную на число  $\gamma$ . Номер строки и столбца начинается с 1.
9. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times m$  матрицу  $A$  вещественных чисел, вектор  $b$  длины  $m$ , вектор  $c$  длины  $n$ , целые числа  $n$ ,  $m$ , и заменяющую вектор  $c$  на вектор, равный произведению матрицы  $A$  на вектор  $b$  ( $c = Ab$ ).
10. Написать подпрограмму, получающую в качестве аргументов  $n \times m$  матрицу  $A$  вещественных чисел,  $m \times k$  матрицу  $B$  вещественных чисел,  $n \times k$  матрицу  $C$  вещественных чисел, и целые числа  $n$ ,  $m$ ,  $k$ , и заменяющую матрицу  $C$  на матрицу, равную произведению матрицы  $A$  на матрицу  $B$  ( $C = AB$ ).