

Требования к программам

1. Программа должна получать все параметры в качестве аргументов командной строки.
2. Аргументы командной строки для задач 1, 2, 7–11:
 - 1) n – число строк матрицы,
 - 2) m – число столбцов матрицы,
 - 3) p – количество выводимых значений в матрице,
 - 4) k – задает номер формулы для инициализации матрицы, должен быть равен 0 при вводе матрицы из файла,
 - 5) `filename` – имя файла, откуда надо прочитать матрицу. Этот аргумент **отсутствует**, если $k \neq 0$.

Например, запуск

```
./a.out 6 4 5 0 a.txt
```

означает, что матрицу 6×4 надо прочитать из файла `a.txt` и выводить не более 5 строк и столбцов матрицы, а запуск

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

означает, что матрицу 2000×4000 надо инициализировать по формуле номер 1 и выводить не более 6-ти строк и столбцов матрицы.

3. Аргументы командной строки для задач 3, 4:
 - 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 $n \times 1$, должен быть равен 0 при вводе вектора b из файла,
 - 7) f_b – имя файла, откуда надо прочитать вектор b . Этот аргумент **отсутствует**, если $k_b \neq 0$,
 - 8) k_x – задает номер формулы для инициализации вектора x размера $m \times 1$, должен быть равен 0 при вводе вектора x из файла,
 - 9) f_x – имя файла, откуда надо прочитать вектор x . Этот аргумент **отсутствует**, если $k_x \neq 0$.
4. Аргументы командной строки для задач 5, 6:

- 1) n – число строк матрицы A ,
- 2) m – число столбцов матрицы A ,
- 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 матрицы B размера $m \times n$, должен быть равен 0 при вводе матрицы B из файла,
- 7) f_B – имя файла, откуда надо прочитать матрицу B . Этот аргумент **отсутствует**, если $k_B \neq 0$.

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

6. 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.

7. 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.

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

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

9. 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).

10. Функция, реализующая задачу, **не должна выделять или использовать дополнительную память**.

11. Вывод результата работы функции в функции `main` должен производиться по формату:

- Непосредственно вывод матрицы, если в задаче матрица A изменялась
- Отчет о результате и времени работы:

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

где

- `argv[0]` – первый аргумент командной строки (имя образа программы),
- `task` – номер задачи (1–11),
- `res` – возвращаемое значение функции, реализующей решение этой задачи,
- `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 $n \times m$ матрицу A вещественных чисел и целые числа n , m , и возвращающую $\max_{i=1,\dots,n} \sum_{j=1}^m |a_{ij}|$.
2. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел и целые числа n , m , и возвращающую $\max_{j=1,\dots,m} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|$.
3. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел, вектор x длины m , вектор b длины n и целые числа n , m , и возвращающую $\sum_{k=1}^n |r_k|$, где $r = Ax - b$.
4. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел, вектор x длины m , вектор b длины n и целые числа n , m , и возвращающую $\max_{k=1,\dots,n} |r_k|$, где $r = Ax - b$.
5. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел, $m \times n$ матрицу B вещественных чисел, и целые числа n , m , и возвращающую $\max_{i=1,\dots,n} \sum_{j=1}^m |r_{ij}|$, где $R = AB - I$, I – единичная матрица.
6. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел, $m \times n$ матрицу B вещественных чисел, и целые числа n , m , и возвращающую $\max_{j=1,\dots,n} \sum_{i=1}^m |r_{ij}|$, где $R = AB - I$, I – единичная матрица.
7. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел и целые числа n , m , и строящую на месте матрицы A матрицу B по формуле: $b_{ij} = b_{i-1,j} + a_{i+1,j} + b_{i,j-1} + a_{i,j+1} - 4b_{i,j}$, $i = 2, \dots, n-1$, $j = 2, \dots, m-1$. Функция возвращает абсолютное значение максимального по модулю элемента матрицы B .
8. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел и целые числа n , m , и строящую на месте матрицы A матрицу B по формуле: $b_{ij} = a_{i-1,j} + b_{i+1,j} + a_{i,j-1} + b_{i,j+1} - 4b_{i,j}$, $i = 2, \dots, n-1$, $j = 2, \dots, m-1$. Функция возвращает абсолютное значение максимального по модулю элемента матрицы B .

9. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел и целые числа n, m , и строящую на месте матрицы A матрицу B по формуле: $b_{ij} = b_{i-1,j} + a_{i+1,j} + a_{i,j-1} + b_{i,j+1} - 4b_{i,j}$, $i = 2, \dots, n-1$, $j = 2, \dots, m-1$. Функция возвращает абсолютное значение максимального по модулю элемента матрицы B .
10. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел и целые числа n, m , и строящую на месте матрицы A матрицу B по формуле: $b_{ij} = a_{i-1,j} + b_{i+1,j} + b_{i,j-1} + a_{i,j+1} - 4b_{i,j}$, $i = 2, \dots, n-1$, $j = 2, \dots, m-1$. Функция возвращает абсолютное значение максимального по модулю элемента матрицы B .
11. Написать функцию, получающую в качестве аргументов $n \times m$ матрицу A вещественных чисел и целые числа n, m , и переставляющую строки и столбцы A так, чтобы на месте a_{11} оказался элемент матрицы A с максимальным модулем. Функция возвращает абсолютное значение максимального по модулю элемента матрицы A (т.е. модуль a_{11}).