

## Требования к программам

1. Программа должна получать все параметры в качестве аргументов командной строки.
2. Аргументы командной строки для задач 1–10:
  - 1)  $m$  – число строк матрицы,
  - 2)  $n$  – 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  $6 \times 4$  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  $2000 \times 4000$  надо инициализировать по формуле номер 1 и выводить не более 6-ти строк и столбцов матрицы.

3. Ввод матрицы должен быть оформлен в виде подпрограммы, находящейся в отдельном файле.
4. Ввод матрицы из файла. В указанном файле находится матрица в формате:

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

где  $m \times n$  – 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.

5. Ввод матрицы и правой части по формуле. Элемент  $a_{i,j}$  матрицы  $A$  размера  $m \times n$  полагается равным

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

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

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

6. Решение должно быть оформлено в виде подпрограммы, находящейся в отдельном файле.
7. Программа должна содержать подпрограмму `print_matrix` вывода на экран прямоугольной матрицы  $m \times n$  матрицы. Эта подпрограмма используется для вывода исходной  $m \times n$  матрицы после ее инициализации, а также для вывода на экран результата работы программы. Подпрограмма выводит на экран не более, чем  $p$  строк и столбцов  $m \times n$  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).
8. Функция, реализующая задачу, **не должна выделять или использовать дополнительную память.**
9. Во всех задачах требуется **на месте исходной матрицы** получить новую, проведя указанное в условии задачи преобразование. То, что новая матрица имеет правильный формат, проверяется вызовом подпрограммы печати матрицы. Например, для задачи 1, где на месте  $m \times n$  матрицы получается  $m \times (n - 1)$  матрица, код проверки в функции `main` может выглядеть следующим образом:

```
print_matrix (a, m, n, p); /* печать исходной матрицы m x n */
t = clock ();             /* время начала */
res = solve1 (a, m, n);    /* подпрограмма решения задачи 1 */
t = clock () - t;          /* время работы */
print_matrix (a, m, n-1, p); /* печать новой матрицы m x (n-1) */
```

10. 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 = %d 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  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $m \times (n - 1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением столбца  $j$ , содержащего минимальный по модулю элемент  $a_{ij}$  матрицы  $A$ . Функция возвращает номер удаленного столбца  $j$ . Номер столбца начинается с 1.

2. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $(m-1) \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением строки  $i$  и столбца  $j$ , содержащих минимальный по модулю элемент  $a_{ij}$  матрицы  $A$ . Функция возвращает индекс  $(i-1)*n + (j-1)$  удаленных строки  $i$  и столбца  $j$ . Номер  $i$  строки и  $j$  столбца здесь начинается с 1.
3. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $m \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением столбца  $j$  с минимальной суммой модулей элементов  $\sum_{i=1}^m |a_{ij}|$ . Функция возвращает номер удаленного столбца  $j$ . Номер столбца начинается с 1.
4. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $(m-1) \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением строки  $i$  и столбца  $j$  с минимальным значением  $\sum_{k=1}^n |a_{ik}| + \sum_{k=1}^m |a_{kj}|$ . Функция возвращает индекс  $(i-1)*n + (j-1)$  удаленных строки  $i$  и столбца  $j$ . Номер  $i$  строки и  $j$  столбца здесь начинается с 1.
5. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $m \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением столбца  $j$  с максимальным значением  $\sum_{i=1, i \neq j}^m |a_{ij}|$ . Функция возвращает номер удаленного столбца  $j$ . Номер столбца начинается с 1.
6. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $m \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением столбца  $j$ ,  $j = 1, \dots, \min\{n, m\}$  с максимальным значением  $\sum_{i=1, i \neq j}^m |a_{ij} - a_{jj}|$ . Функция возвращает номер удаленного столбца  $j$ . Номер столбца начинается с 1.
7. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $m \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением столбца  $j$  с минимальным значением  $\sum_{i=1}^m (a_{ij} - (\sum_{k=1}^m a_{kj})/m)^2$ . Функция возвращает номер удаленного столбца  $j$ . Номер столбца начинается с 1.
8. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $(m-1) \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением строки  $i$  и столбца  $j$  с максимальным значением  $\sum_{k=1, k \neq j}^n |a_{ik}| + \sum_{k=1, k \neq i}^m |a_{kj}|$ . Функция возвращает индекс  $(i-1)*n + (j-1)$  удаленных строки  $i$  и столбца  $j$ . Номер  $i$  строки и  $j$  столбца здесь начинается с 1.
9. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $(m-1) \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением строки  $i$  и столбца  $j$  с максимальным значением  $\sum_{k=1, k \neq j}^n |a_{ik} - a_{ij}| + \sum_{k=1, k \neq i}^m |a_{kj} - a_{ij}|$ . Функция возвращает индекс  $(i-1)*n + (j-1)$  удаленных строки  $i$  и столбца  $j$ . Номер  $i$  строки и  $j$  столбца здесь начинается с 1.
10. Написать функцию, получающую в качестве аргументов  $m \times n$  матрицу  $A$  вещественных чисел и целые числа  $m$ ,  $n$ , и формирующую на месте матрицы  $A$  матрицу  $(m-1) \times (n-1)$ , полученную из матрицы  $A$  удалением строки  $i$  и столбца  $j$  с минимальным значением  $\sum_{k=1}^n (a_{ik} - (\sum_{l=1}^n a_{il})/n)^2 + \sum_{k=1}^m (a_{kj} - (\sum_{l=1}^m a_{lj})/m)^2$ . Функция возвращает индекс  $(i-1)*n + (j-1)$  удаленных строки  $i$  и столбца  $j$ . Номер  $i$  строки и  $j$  столбца здесь начинается с 1.