

# Требования решению основных задач по курсу «Практикум на ЭВМ» (5-й семестр, 2018–2019 учебный год, группа 312)

## 1. Общие требования к программам

1. Программы должны корректным образом сообщать об ошибках во входных данных и параметрах (некорректные данные, неполные или отсутствующие данные), а также об исключительных ситуациях в процессе выполнения программы (например, вычислительный метод невозможно применить к заданным входным данным).
2. Не принимаются программы, которые аварийно завершаются на корректных либо некорректных тестовых данных (например, по сигналам Segmentation Fault, Floating Point Exception или другим).
3. Программы должны получать свои параметры из аргументов командной строки. Чтение параметров из стандартного потока ввода не допускается. Примеры параметров:
  - метод инициализации входных данных (из файла либо по функции-генератору в программе);
  - имена файлов с входными данными;
  - ограничение вывода для больших матриц;
  - параметры вычислительного метода (например, точность).

При запуске программы без параметров должно выдаваться информационное сообщение о допустимых параметрах.

4. Ограничения на используемую память в вычислительных методах:  $n^2 + O(n)$  элементов в задачах решения линейной системы и нахождения собственных значений;  $2n^2 + O(n)$  элементов в задачах обращения матриц.
5. В параллельной программе должно выводиться абсолютное время вычисления и процессорное время по каждому из потоков вычислений.

6. В параллельной программе потоки вычисления должны создаваться один раз. Не допускается создание потоков вычислений на каждой итерации вычислительного метода.
7. В параллельных программах, реализующих обращение матрицы, вычисление нормы невязки должно выполняться параллельно. В таком случае отдельно выводится абсолютное время и процессорное время на каждый поток вычисления нормы невязки.
8. Рекомендуется использовать функцию `clock_gettime` для измерения времени (с идентификаторами таймеров для абсолютного времени — `CLOCK_MONOTONIC`, для процессорного — `CLOCK_PROCESS_CPUTIME_ID` и `CLOCK_THREAD_CPUTIME_ID`).
9. Для преобразования строк в числа рекомендуется использовать функции `strtol`, `strtod`; допускается использование функций `sscanf` и `fscanf`; запрещается использовать функции `atoi`, `atof`, `atod` и подобные им.

## 2. Требования к входным и выходным данным

1. Числовые значения во входных данных разделяются пробельными символами (пробелами, символами табуляции, символами перевода строки, ...) в произвольном количестве.
2. Матрица  $A$  размера  $n \times n$  задается в файле с входными данными как целое число  $n$  и  $n^2$  элементов матрицы  $a_{1,1}, a_{1,2}, \dots, a_{1,n}, a_{2,1}, \dots, a_{2,n}, \dots, a_{n,n}$ .
3. Матрица  $A$  размера  $n \times n$  и правая часть  $b$  линейной системы  $Ax = b$  задаются совместно в файле с входными данными как целое число  $n$  и  $n^2 + n$  элементов матрицы и правой части:  $a_{1,1}, a_{1,2}, \dots, a_{1,n}, b_1, a_{2,1}, \dots, a_{2,n}, b_2, \dots, a_{n,n}, b_n$ .
4. Вывод решения основных задач (вектора решения линейной системы, обратной матрицы, набора собственных значений) ограничивается: для матриц — левым верхним блоком, соответствующими частями крайнего правого столбца и самой нижней строки, а также правым нижним элементом; для векторов — первыми несколькими элементами и последним элементом. Величина ограничения вывода должна задаваться в основной программе как аргумент командной строки.
5. В задачах решения линейных систем, обращения матриц и нахождения собственных значений выводится норма невязки:
  - $\|Ax - b\|$  — в задаче решения линейной системы;
  - $\|AA^{-1} - I\|$  — в задаче обращения матрицы;
  - разница следов — в задаче нахождения собственных значений;

- разница длин матрицы как вектора в  $n^2$ -мерном пространстве — в задаче нахождения собственных значений.
6. Норма невязки и норма погрешности должны выводиться в экспоненциальной форме.
  7. Время выводится как вещественное число в секундах.

### 3. Требования по составу тестов для программ

1. Корректные данные, на которых метод применим — небольшой размер.
2. Корректные данные, на которых метод применим — большие размеры матриц (например, 1000 и 2000) для оценки времени работы (не более 10 минут для задач решения систем и обращения матриц размера  $2000 \times 2000$ ) и асимптотики времени работы ( $O(n^3)$  для задач решения систем и обращения матриц). Запуск параллельных программ производится с количеством потоков выполнения — 1, 2 и 4 (требуемое ускорение по абсолютному времени вычисления — 1.7 на 2 потоках и 3.0 на 4 потоках).
3. Корректные данные, на которых метод применим — граничные случаи ( $n = 1$ ).
4. Корректные данные, на которых метод применим, но получается большая ошибка вычислений.
5. Корректные данные, на которых метод нельзя применить.
6. Ошибки в данных и в параметрах программы.

### 4. Требования к структуре и оформлению программ

1. Вычислительный метод, реализуемый в основных программах, должен запускаться как функция со следующими аргументами:
  - $n$  — целое число, размерность матрицы линейной системы;
  - $a$  — указатель на структуру данных с матрицей линейной системы;
  - $b$  — указатель на структуру данных с вектором значений правой части линейной системы (в задаче решения линейной системы);
  - $x$  — указатель на структуру данных для хранения результата (вектора-решения, обратной матрицы, вектора собственных значений);
  - $\varepsilon$  — вещественное число, точность решения (в задаче нахождения собственных значений);

- дополнительные аргументы (например, указатели на дополнительную память, необходимую для выполнения вычислительного метода, флаг включения отладочного режима).
2. Структуры данных, передаваемые вычислительному методу, должны быть инициализированы до запуска метода, а освобождены после завершения работы метода. Запрещается выполнять получение и освобождение ресурсов внутри реализации вычислительного метода.