

Сдать задание нужно до 18:00 12 мая 2025 г. включительно.

Ссылка на констест: <https://contest.yandex.ru/contest/76998/enter>

[Ведомость WEB](#)

[Ведомость ML](#)

[Ссылка на правила](#)

Общие требования для всех задач

Ввод/вывод отделены от решения.

Не должно быть утечек памяти.

Задача 1. Хеш-таблица (6 баллов)

Обязательная задача

Реализуйте структуру данных типа “множество строк” на основе динамической хеш-таблицы с **открытой адресацией**. Хранимые строки непустые и состоят из строчных латинских букв.

Хеш-функция строки должна быть реализована с помощью вычисления значения многочлена методом Горнера.

Начальный размер таблицы должен быть равным 8-ми. Перехеширование выполняйте при добавлении элементов в случае, когда коэффициент заполнения таблицы достигает $3/4$.

Структура данных должна поддерживать операции добавления строки в множество, удаления строки из множества и проверки принадлежности данной строки множеству.

1_1. Для разрешения коллизий используйте квадратичное пробирование. i -ая проба $g(k, i) = g(k, i-1) + i \pmod{m}$. m - степень двойки.

1_2. Для разрешения коллизий используйте двойное хеширование.

Требования: В таблице запрещено хранение указателей на описатель элемента.

Формат входных данных

Каждая строка входных данных задает одну операцию над множеством. Запись операции состоит из типа операции и следующей за ним через пробел строки, над которой проводится операция.

Тип операции – один из трех символов:

- + означает добавление данной строки в множество;
- означает удаление строки из множества;
- ? означает проверку принадлежности данной строки множеству.

При добавлении элемента в множество НЕ ГАРАНТИРУЕТСЯ, что он отсутствует в этом множестве. При удалении элемента из множества НЕ ГАРАНТИРУЕТСЯ, что он присутствует в этом множестве.

Формат выходных данных

Программа должна вывести для каждой операции одну из двух строк OK или FAIL, в

зависимости от того, встречается ли данное слово в нашем множестве.

stdin	stdout
+ hello	OK
+ bye	OK
? bye	OK
+ bye	FAIL
- bye	OK
? bye	FAIL
? hello	OK

Задача 2. Порядок обхода (4 балла)

Обязательная задача

Дано число $N < 10^6$ и последовательность целых чисел из $[-2^{31}..2^{31}]$ длиной N .

Требуется построить бинарное дерево, заданное наивным порядком вставки.

Т.е., при добавлении очередного числа K в дерево с корнем $root$, если $root \rightarrow Key \leq K$, то узел K добавляется в правое поддерево $root$; иначе в левое поддерево $root$.

Требования: Рекурсия запрещена. Решение должно поддерживать передачу функции сравнения снаружи.

2_1. Выведите элементы в порядке in-order (слева направо).

in	out
3 2 1 3	1 2 3
3 1 2 3	1 2 3
3 3 1 2	1 2 3

2_2. Выведите элементы в порядке pre-order (сверху вниз).

in	out
3 2 1 3	2 1 3
3 1 2 3	1 2 3
3 3 1 2	3 1 2
4 3 1 4 2	3 1 2 4

2_3. Выведите элементы в порядке post-order (снизу вверх).

in	out
3	1 3 2

2 1 3	
3 1 2 3	3 2 1
3 3 1 2	2 1 3

2_4. Выведите элементы в порядке level-order (по слоям, “в ширину”).

in	out
3 2 1 3	2 1 3
3 1 2 3	1 2 3
3 3 1 2	3 1 2
4 3 1 4 2	3 1 4 2

Задача 3. В-дерево (4 балла)

Постройте В-дерево минимального порядка t и выведите его по слоям.
В качестве ключа используются числа, лежащие в диапазоне $0..2^{32}-1$

Требования:

В-дерево должно быть реализовано в виде шаблонного класса.
Решение должно поддерживать передачу функции сравнения снаружи.

Формат входных данных

Сначала вводится минимальный порядок дерева t .
Затем вводятся элементы дерева.

Формат выходных данных

Программа должна вывести В-дерево по слоям. Каждый слой на новой строке, элементы должны выводиться в том порядке, в котором они лежат в узлах.

stdin	stdout
2 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	3 1 5 7 0 2 4 6 8 9
4 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	3 0 1 2 4 5 6 7 8 9

Задача 4. Использование AVL-дерева (5 баллов)

Обязательная задача

Требование для всех вариантов Задачи 4

Решение должно поддерживать передачу функции сравнения снаружи.

4_1. Солдаты. В одной военной части решили построить в одну шеренгу по росту. Т.к. часть была далеко не образцовая, то солдаты часто приходили не вовремя, а то их и вовсе приходилось выгонять из шеренги за плохо начищенные сапоги. Однако солдаты в процессе прихода и ухода должны были всегда быть выстроены по росту – сначала самые высокие, а в конце – самые низкие. За расстановку солдат отвечал прапорщик, который заметил интересную особенность – все солдаты в части разного роста. Ваша задача состоит в том, чтобы помочь прапорщику правильно расставлять солдат, а именно для каждого приходящего солдата указывать, перед каким солдатом в строю он должен становиться.

Требования: скорость выполнения команды - $O(\log n)$.

Формат входных данных.

Первая строка содержит число N – количество команд ($1 \leq N \leq 30\,000$). В каждой следующей строке содержится описание команды: число 1 и X если солдат приходит в строй (X – рост солдата, натуральное число до 100 000 включительно) и число 2 и Y если солдата, стоящим в строю на месте Y надо удалить из строя. Солдаты в строю нумеруются с нуля.

Формат выходных данных.

На каждую команду 1 (добавление в строй) вы должны выводить число K – номер позиции, на которую должен встать этот солдат (все стоящие за ним двигаются назад).

in	out
5	0
1 100	0
1 200	2
1 50	1
2 1	
1 150	

4_2. Порядковые статистики. Дано число N и N строк. Каждая строка содержит команду добавления или удаления натуральных чисел, а также запрос на получение k -ой порядковой статистики. Команда добавления числа A задается положительным числом A , команда удаления числа A задается отрицательным числом $-A$. Запрос на получение k -ой порядковой статистики задается числом k .

Требования: скорость выполнения запроса - $O(\log n)$.

in	out
5	40
40 0	40
10 1	10
4 1	4
-10 0	50
50 2	

Задача 5. Алгоритм сжатия данных Хаффмана (6 баллов и более)

Напишите две функции для создания архива из одного файла и извлечения файла из архива.

Требования: коэффициент сжатия < 1 .

```
// Метод архивирует данные из потока original
void Encode(IInputStream& original, IOutputStream& compressed);
// Метод восстанавливает оригинальные данные
void Decode(IInputStream& compressed, IOutputStream& original);
где:
typedef unsigned char byte;
#define interface struct

interface IInputStream {
    // Возвращает false, если поток закончился
    virtual bool Read(byte& value) = 0;
};

interface IOutputStream {
    virtual void Write(byte value) = 0;
};
```

В архиве сохраняйте дерево Хаффмана и код Хаффмана от исходных данных. Дерево Хаффмана требуется хранить эффективно - не более 10 бит на каждый 8-битный символ.

В контекст необходимо отправить .cpp файл содержащий функции Encode, Decode, а также включающий файл Huffman.h. Тестирующая программа выводит размер сжатого файла в процентах от исходного.

Лучшие 3 решения с коэффициентом сжатия < 1 из каждой группы оцениваются в 10, 7 и 4 баллов соответственно.

Пример минимального решения:

```
#include "Huffman.h"

static void copyStream(IInputStream& input, IOutputStream& output)
{
    byte value;
    while (input.Read(value))
```

```
        {
            output.Write(value);
        }
    }

void Encode(IInputStream& original, IOutputStream& compressed)
{
    copyStream(original, compressed);
}

void Decode(IInputStream& compressed, IOutputStream& original)
{
    copyStream(compressed, original);
}
```