

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«МИРЭА – Российский технологический университет»**

**РТУ МИРЭА**

|  |
| --- |
|  |

**ОТЧЕТ**

**ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1**

Сортировка числового файла с помощью битового массива

**по дисциплине**

«Структуры и алгоритмы обработки данных»

Выполнил студент группы ИКБО-01-21 Луковников Д.Р.

Принял преподаватель Сартаков М.В.

Практическая «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_2022 г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

работа выполнена

«Зачтено» «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_2022 г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва 2022

# **СОДЕРЖАНИЕ**

[СОДЕРЖАНИЕ 2](#_Toc113582036)

[1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ 3](#_Toc113582037)

[2 ХОД РАБОТЫ 4](#_Toc113582038)

[2.1 Задание 1.а 4](#_Toc113582039)

[2.2 Задание 1.б 5](#_Toc113582040)

[2.3 Задание 1.в 5](#_Toc113582041)

[2.4 Задание 2.a 6](#_Toc113582042)

[2.5 Задание 2.б 7](#_Toc113582043)

[2.6 Задание 2.в 8](#_Toc113582044)

[2.7 Задание 3.а и 3.б 8](#_Toc113582045)

[ВЫВОДЫ 11](#_Toc113582046)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 12](#_Toc113582047)

# **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Освоить приёмы работы с битовым представлением беззнаковых целых чисел, реализовать эффективный алгоритм внешней сортировки на основе битового массива.

# **ХОД РАБОТЫ**

## **Задание 1.а**

**Формулировка задачи:** установить 5-й бит произвольного целого числа в 0. Проверить работоспособность программы.

**Математическая модель решения:** Мы используем маску, в которой изначально содержится одна единица на самой правой позиции. Для того, чтобы установить 5-й бит в положения 0, с помощью побитового смещения, перемещаем единицу маски на нужную позицию. Затем, чтобы занулить только 1 бит, инвертируем маску (получаем все единицы, кроме 5-й позиции) и производим операцию поразрядной конъюнкции. Все биты, кроме 5-го не изменяться, а 5-й в независимости от его значения станет равен 0.

Листинг 1.1 – Код программы

void task1a() {

cout << "Task 1.a\n";

unsigned char x = 255; // 255 16 (00010000)

unsigned char mask = 1;

x = x & (~(mask << 4)); // Shift bits, invert and conjunction

cout << bitset<8>(x); // Outputting bit values

}

**Тестирование:** для начала возьмём число 255, в двоичном представлении оно равно 11111111, в результате работы программы получаем следующее (Рис. 1).

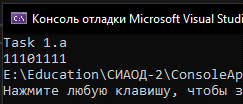


Рисунок 1 – Тестирование для входного числа 255

Выходное значение соответствует ожидаемому результату, 5-й бит занулился. Теперь проверим для другого числа, например - 16, в двоичном представлении оно равно 10000, т.е. оно имеет одну единицу на 5-й позиции. Результат на рисунке 2.

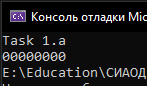


Рисунок 2 – Тестирование для входного числа 16

Бит занулился и тем самым само число так же обнулилось.

**Вывод:** Данных подход к изменению конкретного бита работоспособен и просто в реализации.

## **Задание 1.б**

**Формулировка задачи:** установить 7-й бит произвольного целого числа в 1. Проверить работоспособность программы.

**Математическая модель решения:** аналогично предыдущему заданию, за тем исключением, что мы не отрицаем маску и производим операцию побитовой конъюнкции, а не дизъюнкции.

Листинг 1.2 – Код программы

void task1b() {

cout << "\n\nTask 1.б\n";

unsigned char x = 0;

unsigned char mask = 1;

x = x | (mask << 6);

cout << bitset<8>(x);

}

**Тестирование:** в качестве входного значения возьмём 0 и посмотрим, что выведет программа (Рис. 3).

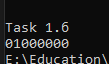


Рисунок 3 – Тестирование программы

**Вывод:** Тестирование показало, что данный подход корректен к данной задаче.

## **Задание 1.в**

**Формулировка задачи:** реализовать приведённый в задании пример.

**Математическая модель решения:** с помощью маски и ботового смещения в ней, выводи двоичного представления целого десятичного числа.

Листинг 1.3 – Код программы

void task1c() {

cout << "\n\nTask 1.в\n";

unsigned int a = 25;

const int n = sizeof(int) \* 8;

unsigned maska = (1 << n - 1); // Помещаем 1 в старший разряд

cout << "Start mask: " << bitset<n>(maska) << endl;

cout << "Result: ";

for (int i = 1; i <= n; i++) {

cout << ((a & maska) >> (n - i));

maska >>= 1;

}

}

**Тестирование:** для тестирования возьмём число 25 (Рис. 4).

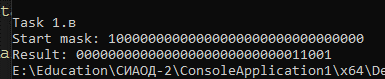


Рисунок 4 – Тестирование программы

В результате получаем 11001, что представляет из себя число 25 в двоичном представлении, следовательно программа работает корректно.

**Вывод:** для корректного вывода битовой сетки необходимо начинать с конца числа.

## **Задание 2.a**

**Формулировка задачи:** отсортировать массив уникальных цифр от 0 до 7 в массиве размером не более 8-и элементов с помощью битового массива.

**Математическая модель решения:** для начала вводи размер массива. Для ввода элементов используем временную переменную, как пользователь вводит новую цифру, мы записываем её в битовый массив путём присваивания единицы биту, советующего этой цифре. При выводе проверяем значение бита и если оно равно 1, то выводим его номер.

Листинг 1.4 – Код программы

void task2a() {

cout << "\n\nTask 2.а\n";

unsigned char data = 0;

short int size, tmp;

cout << "Enter array size: ";

cin >> size;

// Input array

for (int i = 0; i < size; i++)

{

cin >> tmp;

data = data | (1 << tmp);

}

// Outing sorted array

cout << "Sorted array: ";

for (int i = 0; i < sizeof(data) \* 8; i++)

if ((1 << i) & data) cout << i << " ";

}

**Тестирование:** для тестирования возьмём произвольный массив из 5-и элементов (Рис. 5).

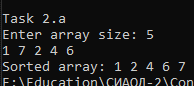


Рисунок 5 – Тестирование программы

**Вывод:** для сортировка небольших массив уникальных чисел довольно эффективно использовать данный подход.

## **Задание 2.б**

**Формулировка задачи:** отсортировать массив уникальных цифр от 0 до 63 в массиве размером не более 64-и элементов с помощью битового массива.

**Математическая модель решения:** аналогично предыдущему номеру, за исключением смены типа на unsigned long long (больше битовая сетка) и вместе обычной единицы, которую мы смещаем, используем маску советующего типа.

Листинг 1.5 – Код программы

void task2b() {

cout << "\n\nTask 2.б\n";

unsigned long long data = 0, mask = 1;

short int size, tmp;

cout << "Enter array size: ";

cin >> size;

for (int i = 0; i < size; i++)

{

mask = 1;

cin >> tmp;

data = data | (mask << tmp);

}

cout << "Sorted array: ";

for (int i = 0; i < sizeof(data) \* 8; i++)

{

mask = 1;

if ((mask << i) & data) cout << i << " ";

}

}

**Тестирование:** для тестирования возьмём произвольный массив из 10-и элементов (Рис. 6).

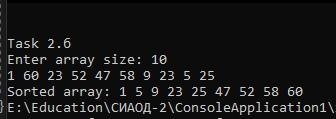


Рисунок 6 – Тестирование программы

**Вывод:** для сортировка средних массив уникальных чисел довольно эффективно использовать данный подход.

## **Задание 2.в**

**Формулировка задачи:** Исправьте программу задания 2.б, чтобы для сортировки набора из 64-х чисел использовалось не одно число типа unsigned long long, а линейный массив чисел типа unsigned char.

**Математическая модель решения:** для начала зарезервируем место для чисел, а далее с помощью побитового смещения и обращению по индексу, задаём единичные значения нужным битам.

Листинг 1.6 – Код программы

void task2c() {

cout << "\n\nTask 2.в\n";

int size, tmp;

vector<unsigned char> data;

cout << "Enter array size: ";

cin >> size;

for (int i = 0; i < 8; i++)

data.push\_back(0);

for (int i = 0; i < size; i++) {

cin >> tmp;

data[tmp / 8] = data[tmp / 8] | (1 << (tmp % 8));

}

cout << "Sorted array: ";

for (int i = 0; i < 8; i++)

for (int j = 0; j < 8; j++)

if ((1 << j) & data[i]) cout << i \* 8 + j << " ";

}

**Тестирование:** для тестирования возьмём произвольный массив из 10-и элементов (Рис. 7).

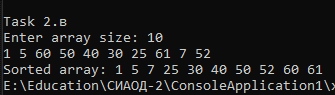


Рисунок 7 – Тестирование программы

## **Задание 3.а и 3.б**

**Формулировка задачи:** Входные данные: файл, содержащий не более n=10^7 неотрицательных целых чисел, среди них нет повторяющихся. Результат: упорядоченная по возрастанию последовательность исходных чисел в выходном файле. Время работы программы: ~10 с (до 1 мин. для систем малой вычислительной мощности).

**Математическая модель решения:** для начала генерируется случайную последовательность из уникальных чисел, для этого используем множество и генератор случайных чисел, затем сохраняем все числа в файл через строчку. Запускаем таймер и открываем 2 файла, для входных и выходных данных. А далее по аналогии с предыдущем номер повторяем логику обработки массива, за тем исключением, что числа считываются не из потока, а из файла.

Листинг 1.7 – Код программы

#include <set>

#include <iostream>

#include <bitset>

#include <vector>

#include <ctime>

#include <fstream>

#include <cmath>

#include <random>

#include <cstdlib>

#include <stdio.h>

#include <algorithm>

#include <chrono>

#include <windows.h>

#define RAND\_MAX 10000000 //2147483647

using namespace std;

using namespace std::chrono;

bool file\_generation(int size) {

if (size >= 10000000) return false;

// Generator

set<int> numbers\_set;

default\_random\_engine u{};

uniform\_int\_distribution<> d{};

u.seed(random\_device()()); // Analog srand

while (numbers\_set.size() < size)

numbers\_set.insert(d(u, uniform\_int\_distribution<>::param\_type{ 0, RAND\_MAX }));

// Set to vector

vector<int> numbers(numbers\_set.begin(), numbers\_set.end());

shuffle(numbers.begin(), numbers.end(), u);

// Create file

ofstream out("input.txt");

for (int num : numbers)

out << num << endl;

out.close();

return true;

}

int main() {

int size;

cout << "Enter number of digits: ";

cin >> size;

if (!file\_generation(size)) return 1;

Продолжение Листинга 1.7

// Start timer

auto start = high\_resolution\_clock::now();

// Open files

ifstream file\_in("input.txt");

ofstream file\_out("output.txt");

int tmp;

vector <unsigned char> data;

// Unpack numbers

while (file\_in >> tmp) {

if (tmp > data.size() \* 8) data.resize(tmp / 8 + 1); // Resize vector

data[tmp / 8] = data[tmp / 8] | (1 << (tmp % 8)); // Set Bit

}

// Pack numbers

for (int i = 0; i < data.size(); i++)

for (int j = 0; j < 8; j++)

if ((1 << j) & data[i]) file\_out << i \* 8 + j << endl;

// Stop timer and count duration

auto stop = high\_resolution\_clock::now();

auto duration = duration\_cast<microseconds>(stop - start);

// Working time

cout << "Time taken by function: " << duration.count() << " microseconds" << endl;

cout << "Size of binary array: \n\t" << data.size() << " bytes\n\t" << data.size() / 1024 << " kb";

}

**Тестирование:** для теста зададим количество элементов 100 000, программа выполнилась за 1.25 секунд, а битовый массив занял 1220 килобайт (Рис. 8).

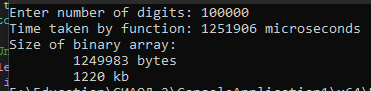


Рисунок 8 – Тестирование программы

**Вывод:** если возникает потребность отсортировать файл с уникальными числами, то сортировка с помощью битового массива является довольно эффективной.

# **ВЫВОДЫ**

При выполнении работы были получены навыки работы с битовыми операторами на языке C++, а также умение реализовать сортировку уникальной числовой последовательности с помощью битового массива

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Страуструп Б. Программирование. Принципы и практика с использованием C++. 2-е изд., 2016.
2. Документация по языку С++ [Электронный ресурс]. URL: https://docs.microsoft.com/ruru/cpp/cpp/ (дата обращения 01.09.2021).
3. Курс: Структуры и алгоритмы обработки данных. Часть 2 [Электронный ресурс]. URL: https://online-edu.mirea.ru/course/view.php?id=4020 (дата обращения 01.09.2021).