МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

Отчет по выполнению практического задания №5

Тема: «Работа с данными из файла»

Дисциплина: «Структуры и алгоритмы обработки данных»

Выполнил студент: Петров А.

Фамилия И.О.

Группа: ИКБО 22-23

Номер группы

Москва 2024

Содержание

Часть 5.1.

Цель работы

Целью данной работы является освоение приёмов работы с битовым представлением целых чисел, а также реализация эффективного алгоритма сортировки числового файла с использованием битового массива.

Ход Работы

Задание 1. Битовые операции

Формулировка задачи

Необходимо освоить битовые операции для установки и проверки состояния отдельных битов числа. Реализовать примеры по работе с битовыми операциями, установить пятый и седьмой биты числа, а также вывести его побитово.

Математическая модель решения

Используются битовые операции сдвига и побитового И/ИЛИ для манипуляции отдельными битами числа. Для задания 1а необходимо установить 5-й бит числа в 0, для задания 1б — установить 7-й бит в 1, а для задания 1в — вывести двоичное представление числа побитово, начиная со старшего бита.

Код программы с комментариями

Задание 1а:

```cpp
#include <iostream>
#include <bitset>

using namespace std;

int main()
{
    unsigned char x = 255; // 11111111
    unsigned char maska = 1; // 00000001
    x = x & (~ (maska << 4)); // 11101111 (с реверсом 00010000)

    cout << "Результат: " << (int)x << endl;
    cout << "Результат в двоичном: " << bitset<8>(x) << endl;

    return 0;
}

```

Задание 1б:

```cpp
#include <iostream>
#include <bitset>

using namespace std;

int main()
{
    unsigned char x = 0; // 00000000
    unsigned char maska = 1; // 00000001
    x = x | (maska << 6); // 01000000

    cout << "Результат: " << (int)x << endl;
    cout << "Результат в двоичном виде: " << bitset<8>(x) << endl;

    return 0;
}
```

Задание 1в:

```cpp
#include <cstdlib>
#include <iostream>
#include <Windows.h>
#include <bitset>

using namespace std;

int main()
{

    unsigned int x = 25; // 00000000 00000000 00000000 00011001
    const int n = sizeof(int) * 8; // 32 бита
    unsigned maska = (1 << (n - 1)); // 10000000 00000000 00000000 00000000

    cout << "Начальный вид маски: " << bitset<n>(maska) << endl;
    cout << "Результат: ";

    for (int i = 1; i <= n; i++)
    {
        cout << ((x & maska) >> (n - i)); //
        maska = maska >> 1; // сдвигаем маску на 1 бит вправо
    }

    cout << endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```

Результаты тестирования

- Для задания 1а результат: число с 5-м битом, установленным в 0.
- Для задания 1б результат: число с 7-м битом, установленным в 1.
- Для задания 1в выводится двоичное представление числа 25 (с использованием битового поиска).

Задание 2. Сортировка с помощью битового массива

Формулировка задачи

Необходимо реализовать сортировку последовательности чисел с использованием битового массива, где каждый бит отображает наличие числа в наборе.

Математическая модель решения

Массив битов используется для представления набора чисел. Для каждого числа соответствующий бит в массиве устанавливается в 1. Для получения отсортированной последовательности программа проходит по массиву и выводит индексы, соответствующие установленным битам.

Код программы с комментариями

Задание 2а:

```cpp
#include <iostream>
#include <bitset>

using namespace std;

int main()
{
    unsigned char bitArray = 0; // 00000000
    int numbers[8], n;

    cout << "Введите количество чисел (не более 8): ";
    cin >> n;

    if (n > 8)
    {
        cout << "Чисел должно быть не более 8" << endl;
        return 1;
    }

    cout << "Введите числа (от 0 до 7): ";
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        cin >> numbers[i];
        if (numbers[i] >= 0 && numbers[i] <= 7)
        {
            bitArray |= (1 << numbers[i]); // 0001 сдвигаем на 1 бит влево(0010, 0100, 1000)
        }
        else
        {
            cout << "Число вне диапазона" << endl;
            return 1;
        }
    }

```

```
    cout << "Отсортированная последовательность: ";
    for (int i = 0; i < 8; i++)
    {
        if (bitArray & (1 << i)) //выводим числа, которые есть в массиве(биты)
        {
            cout << i << " ";
        }
    }
    cout << endl;

    return 0;
}

```

Задание 2б:

```
#include <iostream>
#include <bitset>

using namespace std;

int main()
{
    unsigned long long bitArray = 0;
    int numbers[64], n;

    cout << "Введите количество чисел (не более 64): ";
    cin >> n;

    if (n > 64)
    {
        cout << "Чисел должно быть не более 64!" << endl;
        return 1;
    }

    cout << "Введите числа (от 0 до 63): ";
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        cin >> numbers[i];
        if (numbers[i] >= 0 && numbers[i] <= 63)
        {
            bitArray |= (1ULL << numbers[i]); // 1 - unsigned long long
        }
        else
        {
            cout << "Число вне допустимого диапазона!" << endl;
            return 1;
        }
    }

```

```
    cout << "Отсортированная последовательность: ";
    for (int i = 0; i < 64; i++)
    {
        if (bitArray & (1ULL << i))
        {
            cout << i << " ";
        }
    }
    cout << endl;

    return 0;
}

```

Задание 2в:

```
#include <iostream>
#include <bitset>

using namespace std;

int main()
{
    unsigned char bitArray[8] = {0}; // 00000000
    int numbers[64], n;

    cout << "Введите количество чисел (не более 64): ";
    cin >> n;

    if (n > 64)
    {
        cout << "Чисел должно быть не более 64!" << endl;
        return 1;
    }

    cout << "Введите числа (от 0 до 63): ";
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        cin >> numbers[i];
        if (numbers[i] >= 0 && numbers[i] <= 63)
        {
            int byteIndex = numbers[i] / 8; // 0-7, 8-15..
            int bitIndex = numbers[i] % 8; // 0-7, 0-7..
            bitArray[byteIndex] |= (1 << bitIndex); // также как и в предыдущих заданиях
        }
        else
        {
            cout << "Число вне допустимого диапазона!" << endl;
            return 1;
        }
    }
```

```
36
37      cout << "Отсортированная последовательность: ";
38      for (int i = 0; i < 64; i++)
39      {
40          int byteIndex = i / 8;
41          int bitIndex = i % 8;
42          if (bitArray[byteIndex] & (1 << bitIndex))
43          {
44              cout << i << " ";
45          }
46      }
47      cout << endl;
48
49      return 0;
50  }
51
```

Результаты тестирования:

Программа успешно сортирует последовательность чисел, разных размеров (изменённые в постановках задач 2а, 2б), как пример:

Задание 2а:

последовательность

{1, 0, 5, 7, 2, 4} -> {0, 1, 2, 4, 5, 7}

Задание 2б:

Так же сортирует последовательность и на больших значениях (64 числа)

Задание 2в:

И не меняет логики программы на примере массивов

Задание 3. Сортировка файла чисел

Формулировка задачи

Требуется реализовать сортировку числового файла, содержащего не более 10^7 неотрицательных целых чисел, с использованием битового массива и учётом ограничения на память (1 МБ).

Математическая модель решения

Каждое число представляется битом в битовом массиве. Для каждого числа в диапазоне от 1,000,000 до 9,999,999 соответствующий бит устанавливается в

единицу. После чтения файла программа проходит по битовому массиву и выводит отсортированные числа.

Код программы с комментариями

Задания 3а и 3б

```cpp
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <chrono>
#include <cstring>

using namespace std;
using namespace chrono;

int main()
{

    auto start = high_resolution_clock::now();


    const int MIN_NUMBER = 1000000;
    const int MAX_NUMBER = 9999999;
    const int TOTAL_BITS = MAX_NUMBER - MIN_NUMBER + 1;
    const int BYTE_SIZE = 8;
    const int ARRAY_SIZE = TOTAL_BITS / BYTE_SIZE + 1;

    unsigned char* bitArray = new unsigned char[ARRAY_SIZE];
    memset(bitArray, 0, ARRAY_SIZE); // устанавливаем все биты в 0

    cout << "Память, занимаемая битовым массивом: " << ARRAY_SIZE << " байт" << endl;
    cout << "Память, занимаемая битовым массивом: " << ARRAY_SIZE / 1024 << " килобайт" << endl;
    cout << "Память, занимаемая битовым массивом: " << ARRAY_SIZE / (1024 * 1024) << " мегабайт" << endl;

    ifstream inputFile("input.txt");
    if (!inputFile.is_open())
    {
        cout << "Ошибка открытия файла для чтения!" << endl;
        delete[] bitArray;
        return 1;
    }
```

```
    int number;
    while (inputFile >> number)
    {
        if (number >= MIN_NUMBER && number <= MAX_NUMBER)
        {
            int index = number - MIN_NUMBER;
            bitArray[index / BYTE_SIZE] |= (1 << (index % BYTE_SIZE));
        }
    }
    inputFile.close();


    ofstream outputFile("output.txt");
    if (!outputFile.is_open())
    {
        cout << "Ошибка открытия файла для записи!" << endl;
        delete[] bitArray;
        return 1;
    }


    for (int i = 0; i < TOTAL_BITS; ++i)
    {
        if (bitArray[i / BYTE_SIZE] & (1 << (i % BYTE_SIZE)))
        {
            outputFile << (i + MIN_NUMBER) << endl;
        }
    }
```

```
    outputFile.close();


    auto end = high_resolution_clock::now();
    auto duration = duration_cast<seconds>(end - start);

    cout << "Время работы программы: " << duration.count() << " секунд" << endl;


    delete[] bitArray;

    return 0;
}
```

Результаты тестирования

Память, занимаемая битовым массивом: 1125001 байт

Время работы программы: 8 секунд

Часть 5.2

Цель работы

Получить практический опыт по применению алгоритмов поиска в таблицах данных.

Ход Работы

Вариант № 1.

Алгоритм поиска:

Бинарный однородный без использования дополнительной таблицы.

Структура записи файла (ключ – подчеркнутое поле):

Читательский абонемент: номер читательского билета - целое пятизначное число, ФИО, Адрес.

Задание 1. Разработать программу поиска записей с заданным ключом в двоичном файле с применением различных алгоритмов.

Постановка задачи

Создать двоичный файл из записей, структура которых определена вариантом. Поле ключа записи в задании варианта подчеркнуто. Заполнить файл данными, используя для поля ключа датчик случайных чисел. Ключи записей в файле уникальны.

Описание подхода к решению

Определение структуры записи файла:

```
struct Reader {
  int ticket_number; // номер читательского билета
  char full_name[50]; // ФИО
  char city[30]; // Город
}
```

Определение размера записи в байтах:

Номер читательского билета: 4 байта (тип int).

ФИО: 50 байт (тип char[50]).

Город: 30 байт (тип char[30]).

каждая запись будет занимать - 84 байта.

Организация прямого доступа к записям в бинарном файле:

Поскольку каждая запись имеет фиксированный размер (84 байта), прямой доступ к любой записи можно осуществлять, зная её порядковый номер в файле. Для этого нужно умножить номер записи на размер одной записи (84 байта) и использовать seekg() для перемещения указателя файла к нужной позиции.

Алгоритмы, реализуемые в форме функций:

1. Функция для генерации текстового файла с уникальными ключами и случайными данными.
2. Функция для преобразования текстового файла в бинарный.
3. Функция для поиска записи по ключу с использованием бинарного поиска.
4. Функция для отображения записи.

Прототипы функций:

Генерация текстового файла

```
void generate_text_file(const std::string& filename, int count);
// Предусловие: файл должен быть доступен для записи, count > 0
// Постусловие: сгенерирован текстовый файл с count записями
```

Преобразование в бинарный файл

```
void convert_to_binary(const std::string& text_filename, const std::string& binary_filename);
// Предусловие: текстовый файл должен существовать
// Постусловие: сгенерирован бинарный файл на основе текстового файла
```

Бинарный поиск

```
bool binary_search_in_file(const std::string& binary_filename, int key, int& record_index);
// Предусловие: бинарный файл должен быть отсортирован по ключам
// Постусловие: возвращает true, если запись найдена, иначе false. Индекс записи записан в record_index
```

Отображение записи

```
void display_record(const std::string& binary_filename, int record_index);
// Предусловие: бинарный файл существует, индекс записи корректен
// Постусловие: выводит на экран содержимое записи
```

Код программы линейного поиска записи по ключу в листинг 1.

Листинг 1.

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>
#include <vector>
#include <cstdlib>
#include <ctime>
#include <algorithm>
#include <clocale>

using namespace std;

struct Reader {
    int ticket_number;     // Номер читательского билета (ключ)
    char full_name[50];    // ФИО
    char city[30];         // Город
};

// Функция для вывода всех записей из бинарного файла
void display_all_records(const  string& binary_filename) {
     ifstream binary_file(binary_filename,  ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
         cerr << "Ошибка открытия файла!" <<  endl;
        return;
    }

    Reader reader;
    int index = 0;

    // Чтение записей до конца файла
    while (binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader))) {
         cout << "Запись #" << ++index << "\n";
         cout << "Номер билета: " << reader.ticket_number << "\n";
         cout << "ФИО: " << reader.full_name << "\n";
         cout << "Город: " << reader.city << "\n";
         cout << "--------------------------\n";
    }

    binary_file.close();
}



// Предусловие: файл должен быть доступен для записи, count > 0
// Постусловие: сгенерирован текстовый файл с count записями
void generate_text_file(const  string& filename, int count) {
     ofstream file(filename);
    if (!file.is_open()) {
         cerr << "Ошибка открытия файла!" <<  endl;
        return;
```

```
    }

    srand(time(nullptr));
     vector<int> used_keys;

    for (int i = 0; i < count; ++i) {
        int key;
        do {
            key = 10000 + rand() % 90000; // Генерация уникального ключа (5-
значный номер)
        } while ( find(used_keys.begin(), used_keys.end(), key) !=
used_keys.end());

        used_keys.push_back(key);

         string full_name = "Reader_" +  to_string(i + 1);
         string city = "City_" +  to_string(i % 10 + 1);

        file << key << " " << full_name << " " << city << "\n";
    }

    file.close();
}

// Предусловие: текстовый файл должен существовать
// Постусловие: сгенерирован бинарный файл на основе текстового файла
void convert_to_binary(const  string& text_filename, const  string&
binary_filename) {
     ifstream text_file(text_filename);
     ofstream binary_file(binary_filename,  ios::binary);

    if (!text_file.is_open() || !binary_file.is_open()) {
         cerr << "Ошибка открытия файла!" <<  endl;
        return;
    }

    Reader reader;
    while (text_file >> reader.ticket_number >> reader.full_name >> reader.city) {
        binary_file.write(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));
    }

    text_file.close();
    binary_file.close();
}

// Предусловие: бинарный файл существует, индекс записи корректен
// Постусловие: выводит на экран содержимое записи
void display_record(const  string& binary_filename, int record_index) {
     ifstream binary_file(binary_filename,  ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
         cerr << "Ошибка открытия файла!" <<  endl;
        return;
    }

    binary_file.seekg(record_index * sizeof(Reader),  ios::beg);

    Reader reader;
    binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));

     cout << "Номер билета: " << reader.ticket_number << "\n";
     cout << "ФИО: " << reader.full_name << "\n";
     cout << "Город: " << reader.city << "\n";
```

```
    binary_file.close();
}

int main() {
    setlocale(LC_ALL, "RU");
    const  string text_filename = "readers.txt";
    const  string binary_filename = "readers.bin";
    const int record_count = 100;

    // 1. Генерация текстового файла
    generate_text_file(text_filename, record_count);

    // 2. Преобразование в бинарный файл
    convert_to_binary(text_filename, binary_filename);

    // 3. Вывод всех записей, чтобы узнать номер билета
     cout << "Все записи в файле:\n";
    display_all_records(binary_filename);

    return 0;
}
```

Задание 2. Поиск в файле с применением линейного поиска

Постановка задачи

Разработать программу поиска записи по ключу в бинарном файле с применением алгоритма линейного поиска.

Описание подхода к решению

Псевдокод линейного поиска записи с ключом в файле:

Номер инструкции	Код алгоритма binary_search_in_file
1.	binary_search_in_file(имя_файла, ключ, индекс_записи)
2.	Открыть binary_filename
3.	Переместить указатель на конец файла
4.	total_records = размер_файла / размер_записи_Reader
5.	left = 0
6.	right = total_records - 1
7.	While left <= right
8.	mid = (left + right) / 2 // найти середину диапазона
9.	Переместить указатель на позицию mid * размер_записи_Reader в файле
10.	Прочитать запись в переменную reader
11.	if номер_билета reader == ключу
12.	индекс_записи = mid
13.	Закрыть файл
14.	return ИСТИНА
15.	If else номер_билета reader < ключа
16.	left = mid + 1 // искомый ключ в правой половине диапазона

17.	else right = mid - 1 // искомый ключ в левой половине диапазона
18.	End while
19.	Закрыть файл

Код функции поиска:

```
bool binary_search_in_file(const  string& binary_filename, int key, int& record_index) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return false;
    }

    binary_file.seekg(0, ios::end);
    int total_records = binary_file.tellg() / sizeof(Reader);
    int left = 0, right = total_records - 1;

    while (left <= right) {
        int mid = (left + right) / 2;
        binary_file.seekg(mid * sizeof(Reader), ios::beg);

        Reader reader;
        binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));

        if (reader.ticket_number == key) {
            record_index = mid;
            binary_file.close();
            return true;
        }
        else if (reader.ticket_number < key) {
            left = mid + 1;
        }
        else {
            right = mid - 1;
        }
    }

    binary_file.close();
    return false;
}
```

Код программы бинарного поиска в листинг 2.

Листинг 2.

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>
#include <vector>
#include <cstdlib>
#include <ctime>
#include <algorithm>
#include <clocale>
#include <chrono>
using namespace std;
```

```
struct Reader {
    int ticket_number;      // Номер читательского билета (ключ)
    char full_name[50];     // ФИО
    char city[30];          // Город
};

// Функция для вывода всех записей из бинарного файла
void display_all_records(const  string& binary_filename) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    Reader reader;
    int index = 0;

    // Чтение записей до конца файла
    while (binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader))) {

        cout << "Запись #" << ++index << "\n";
        cout << "Номер билета: " << reader.ticket_number << "\n";
        cout << "ФИО: " << reader.full_name << "\n";
        cout << "Город: " << reader.city << "\n";
        cout << "--------------------------\n";
    }

    binary_file.close();
}

// Предусловие: бинарный файл существует
// Постусловие: возвращает true, если запись найдена, иначе false. Индекс записи
записан в record_index
bool linear_search_in_file(const  string& binary_filename, int key, int&
record_index) {
     ifstream binary_file(binary_filename,  ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
         cerr << "Ошибка открытия файла!" <<  endl;
        return false;
    }

    Reader reader;
    int index = 0;

    // Чтение записей и линейный поиск
    while (binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader))) {
        if (reader.ticket_number == key) {
            record_index = index;
            binary_file.close();
            return true;
        }
        ++index;
    }

    binary_file.close();
    return false;
}


// Предусловие: файл должен быть доступен для записи, count > 0
// Постусловие: сгенерирован текстовый файл с count записями
```

```
void generate_text_file(const  string& filename, int count) {
    ofstream file(filename);
    if (!file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    srand(time(nullptr));
    vector<int> used_keys;

    for (int i = 0; i < count; ++i) {
        int key;
        do {
            key = 10000 + rand() % 90000; // Генерация уникального ключа (5-
значный номер)
        } while (find(used_keys.begin(), used_keys.end(), key) !=
used_keys.end());

        used_keys.push_back(key);

        string full_name = "Reader_" + to_string(i + 1);
        string city = "City_" + to_string(i % 10 + 1);

        file << key << " " << full_name << " " << city << "\n";
    }

    file.close();
}

// Предусловие: текстовый файл должен существовать
// Постусловие: сгенерирован бинарный файл на основе текстового файла
void convert_to_binary(const  string& text_filename, const  string&
binary_filename) {
    ifstream text_file(text_filename);
    ofstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!text_file.is_open() || !binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    Reader reader;
    while (text_file >> reader.ticket_number >> reader.full_name >> reader.city) {
        // Гарантируем, что строки в массиве заканчиваются нулевым символом
        reader.full_name[sizeof(reader.full_name) - 1] = '\0';
        reader.city[sizeof(reader.city) - 1] = '\0';
        binary_file.write(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));
    }

    text_file.close();
    binary_file.close();
}

// Предусловие: бинарный файл существует, индекс записи корректен
// Постусловие: выводит на экран содержимое записи
void display_record(const  string& binary_filename, int record_index) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }
```

```
    binary_file.seekg(record_index * sizeof(Reader), ios::beg);

    Reader reader;
    binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));
    reader.full_name[sizeof(reader.full_name) - 1] = '\0';
    reader.city[sizeof(reader.city) - 1] = '\0';

    cout << "Номер билета: " << reader.ticket_number << "\n";
    cout << "ФИО: " << reader.full_name << "\n";
    cout << "Город: " << reader.city << "\n";

    binary_file.close();
}

// Предусловие: бинарный файл должен быть отсортирован по ключам
// Постусловие: возвращает true, если запись найдена, иначе false. Индекс записи
записан в record_index
bool binary_search_in_file(const  string& binary_filename, int key, int&
record_index) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return false;
    }

    binary_file.seekg(0, ios::end);
    int total_records = binary_file.tellg() / sizeof(Reader);
    int left = 0, right = total_records - 1;

    while (left <= right) {
        int mid = (left + right) / 2;
        binary_file.seekg(mid * sizeof(Reader), ios::beg);

        Reader reader;
        binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));

        if (reader.ticket_number == key) {
            record_index = mid;
            binary_file.close();
            return true;
        }
        else if (reader.ticket_number < key) {
            left = mid + 1;
        }
        else {
            right = mid - 1;
        }
    }

    binary_file.close();
    return false;
}


int main() {
    setlocale(LC_ALL, "RU");
    const  string text_filename = "readers.txt";
    const  string binary_filename = "readers.bin";
    const int record_count = 10;
```

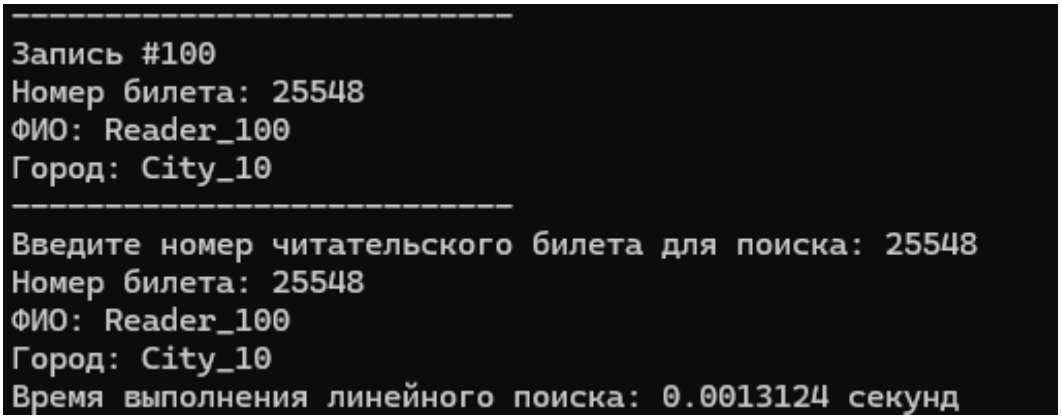
```
    // 1. Генерация текстового файла
    generate_text_file(text_filename, record_count);

    // 2. Преобразование в бинарный файл
    convert_to_binary(text_filename, binary_filename);

    // 3. Вывод всех записей, чтобы узнать номер билета
    cout << "Все записи в файле:\n";
    display_all_records(binary_filename);

    // 4. Поиск записи по ключу
    int key_to_search;
    cout << "Введите номер читательского билета для поиска: ";
    cin >> key_to_search;

    int record_index;

    // Измерение времени линейного поиска
    auto start =  chrono::high_resolution_clock::now();
    binary_search_in_file(binary_filename, key_to_search, record_index);
    display_record(binary_filename, record_index);
    auto end = chrono::high_resolution_clock::now();
    chrono::duration<double> elapsed = end - start;

    cout << "Время выполнения линейного поиска: " << elapsed.count() << "
секунд\n";

    return 0;
}
```

Таблица с замерами времени поиска записи:

Количество записей	Бинарный поиск (время в секундах)
100	0.0013124
1 000	0.0013699
10 000	0.0026451

Результаты тестирования:

100 записей



1000 записей

```
Запись #1000
Номер билета: 24143
ФИО: Reader_1000
Город: City_10
--------------------------
Введите номер читательского билета для поиска: 24143
Номер билета: 24143
ФИО: Reader_1000
Город: City_10
Время выполнения линейного поиска: 0.0013699 секунд
```

1000 записей

```
--------------------------
Запись #10000
Номер билета: 17633
ФИО: Reader_10000
Город: City_10
--------------------------
Введите номер читательского билета для поиска: 17633
Номер билета: 17633
ФИО: Reader_10000
Город: City_10
Время выполнения линейного поиска: 0.0026451 секунд
```

Задание 3. Поиск записи в файле с применением дополнительной структуры данных, сформированной в оперативной памяти

Постановка задачи

Требуется реализовать программу поиска записи по ключу в бинарном файле, используя дополнительную структуру данных, которая хранится в оперативной памяти. В данном случае это может быть массив или вектор с ключами (номерами читательских билетов), который будет загружаться в память перед поиском.

Описание подхода к решению

Таблица содержит две компоненты: ключ и ссылку (смещение) на запись в файле. Ссылка определяет смещение записи от начала файла в байтах.

Код функции поиска:

```
bool binary_search_in_file(const  string& binary_filename, int key, int& record_index) {
     ifstream binary_file(binary_filename,  ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" <<  endl;
        return false;
    }

    binary_file.seekg(0,  ios::end);
    int total_records = binary_file.tellg() / sizeof(Reader);
    int left = 0, right = total_records - 1;

    while (left <= right) {
        int mid = (left + right) / 2;
        binary_file.seekg(mid * sizeof(Reader),  ios::beg);

        Reader reader;
        binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));

        if (reader.ticket_number == key) {
            record_index = mid;
            binary_file.close();
            return true;
        }
        else if (reader.ticket_number < key) {
            left = mid + 1;
        }
        else {
            right = mid - 1;
        }
    }

    binary_file.close();
    return false;
}
```

Код программы линейного поиска записи по ключу в листинг 3.

Листинг 3.

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>
#include <vector>
#include <cstdlib>
```

```cpp
#include <ctime>
#include <algorithm>
#include <clocale>
#include <chrono>
using namespace std;

struct Reader {
    int ticket_number;      // Номер читательского билета (ключ)
    char full_name[50];     // ФИО
    char city[30];          // Город
};
// структура данных в оперативной памяти
struct IndexEntry {
    int key;          // Номер читательского билета
    long offset;      // Смещение в бинарном файле
};
vector<IndexEntry> indexTable;  // Таблица индексов

// функции для построения таблицы индексов
void build_index_table(const string& binary_filename) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);
    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    Reader reader;
    long offset = 0;

    while (binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader))) {
        indexTable.push_back({ reader.ticket_number, offset });
        offset += sizeof(Reader);
    }

    binary_file.close();
}
//функция поиска по таблице индексов
bool index_search(int key, long& offset) {
    for (const auto& entry : indexTable) {
        if (entry.key == key) {
            offset = entry.offset;
            return true;
        }
    }
    return false;
}
// Функция для чтения записи по смещению
Reader read_record_by_offset(const string& binary_filename, long offset) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);
    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        throw runtime_error("Ошибка открытия файла");
    }

    binary_file.seekg(offset, ios::beg);
    Reader reader;
    binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));
    binary_file.close();
    return reader;
}


// Функция для вывода всех записей из бинарного файла
```

```
void display_all_records(const  string& binary_filename) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    Reader reader;
    int index = 0;

    // Чтение записей до конца файла
    while (binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader))) {
        cout << "Запись #" << ++index << "\n";
        cout << "Номер билета: " << reader.ticket_number << "\n";
        cout << "ФИО: " << reader.full_name << "\n";
        cout << "Город: " << reader.city << "\n";
        cout << "-----------------------------\n";
    }

    binary_file.close();
}

// Предусловие: бинарный файл существует
// Постусловие: возвращает true, если запись найдена, иначе false. Индекс записи
записан в record_index
bool linear_search_in_file(const  string& binary_filename, int key, int&
record_index) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return false;
    }

    Reader reader;
    int index = 0;

    // Чтение записей и линейный поиск
    while (binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader))) {
        if (reader.ticket_number == key) {
            record_index = index;
            binary_file.close();
            return true;
        }
        ++index;
    }

    binary_file.close();
    return false;
}


// Предусловие: файл должен быть доступен для записи, count > 0
// Постусловие: сгенерирован текстовый файл с count записями
void generate_text_file(const  string& filename, int count) {
    ofstream file(filename);
    if (!file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    srand(time(nullptr));
```

```
    vector<int> used_keys;

    for (int i = 0; i < count; ++i) {
        int key;
        do {
            key = 10000 + rand() % 90000; // Генерация уникального ключа (5-
значный номер)
        } while (find(used_keys.begin(), used_keys.end(), key) !=
used_keys.end());

        used_keys.push_back(key);

        string full_name = "Reader_" + to_string(i + 1);
        string city = "City_" + to_string(i % 10 + 1);

        file << key << " " << full_name << " " << city << "\n";
    }

    file.close();
}

// Предусловие: текстовый файл должен существовать
// Постусловие: сгенерирован бинарный файл на основе текстового файла
void convert_to_binary(const  string& text_filename, const  string&
binary_filename) {
    ifstream text_file(text_filename);
    ofstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!text_file.is_open() || !binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    Reader reader;
    while (text_file >> reader.ticket_number >> reader.full_name >> reader.city) {
        binary_file.write(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));
    }

    text_file.close();
    binary_file.close();
}

// Предусловие: бинарный файл существует, индекс записи корректен
// Постусловие: выводит на экран содержимое записи
void display_record(const  string& binary_filename, int record_index) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return;
    }

    binary_file.seekg(record_index * sizeof(Reader), ios::beg);

    Reader reader;
    binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));

    cout << "Номер билета: " << reader.ticket_number << "\n";
    cout << "ФИО: " << reader.full_name << "\n";
    cout << "Город: " << reader.city << "\n";

    binary_file.close();
}
```

```
// Предусловие: бинарный файл должен быть отсортирован по ключам
// Постусловие: возвращает true, если запись найдена, иначе false. Индекс записи
записан в record_index
bool binary_search_in_file(const  string& binary_filename, int key, int&
record_index) {
    ifstream binary_file(binary_filename, ios::binary);

    if (!binary_file.is_open()) {
        cerr << "Ошибка открытия файла!" << endl;
        return false;
    }

    binary_file.seekg(0, ios::end);
    int total_records = binary_file.tellg() / sizeof(Reader);
    int left = 0, right = total_records - 1;

    while (left <= right) {
        int mid = (left + right) / 2;
        binary_file.seekg(mid * sizeof(Reader), ios::beg);

        Reader reader;
        binary_file.read(reinterpret_cast<char*>(&reader), sizeof(Reader));

        if (reader.ticket_number == key) {
            record_index = mid;
            binary_file.close();
            return true;
        }
        else if (reader.ticket_number < key) {
            left = mid + 1;
        }
        else {
            right = mid - 1;
        }
    }

    binary_file.close();
    return false;
}

int main() {
    setlocale(LC_ALL, "RU");
    const string text_filename = "readers.txt";
    const string binary_filename = "readers.bin";
    const int record_count = 100;

    // 1. Генерация текстового файла
    generate_text_file(text_filename, record_count);

    // 2. Преобразование в бинарный файл
    convert_to_binary(text_filename, binary_filename);

    // 3. Построение таблицы индексов
    build_index_table(binary_filename);
    display_all_records("readers.bin");

    // 4. Поиск записи по ключу
    int key_to_search;
    cout << "Введите номер читательского билета для поиска: ";
    cin >> key_to_search;

    long offset;
```

```
    auto start = chrono::high_resolution_clock::now();
    index_search(key_to_search, offset);
    Reader reader = read_record_by_offset(binary_filename, offset);
    auto end = chrono::high_resolution_clock::now();

    chrono::duration<double> elapsed = end - start;
    cout << "Номер билета: " << reader.ticket_number << "\n";
    cout << "ФИО: " << reader.full_name << "\n";
    cout << "Город: " << reader.city << "\n";

    cout << "Время выполнения поиска: " << elapsed.count() << " секунд\n";

    return 0;
}
```

Результат тестирования программы для 100 записей:

```
Запись #100
Номер билета: 16227
ФИО: Reader_100
Город: City_10
--------------------------
Введите номер читательского билета для поиска: 16227
Номер билета: 16227
ФИО: Reader_100
Город: City_10
Время выполнения поиска: 0.0001298 секунд
```

Таблица с замерами времени поиска записи:

Количество записей	Бинарный поиск (время в секундах)
100	0.0001298
1 000	0.0001218
10 000	0.0001473

Анализ эффективности рассмотренных алгоритмов поиска в файле

Линейный поиск имеет сложность O(n), где n - количество записей в файле. Это означает, что время поиска растет линейно с увеличением количества записей в файле.

Поиск с использованием таблицы имеет сложность O(1), так как время поиска не зависит от количества записей в файле. Это происходит потому, что таблица хранит ссылки на записи в файле, и поиск ключа в таблице выполняется за постоянное время.

Вывод

В ходе данной практической работы я освоил основные навыки управления битовыми операциями (сдвиги, маски, побитовые сравнения, инверсии) и использование их в файловых сортировках, также смог реализовать эффективные алгоритмы сортировок файлов на языке C++.

Список литературы

1. Бхаргава А. Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих. – СПб: Питер, 2017. – 288 с.

2. Кнут Д.Э. Искусство программирования, том 3. Сортировка и поиск, 2-е изд. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2018. – 832 с.

3. Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++. Анализ/Структуры данных/Сортировка/Поиск. – К.: Издательство «Диасофт», 2001. – 688 с.

4. AlgoList – алгоритмы, методы, исходники [Электронный ресурс]. URL: http://algolist.manual.ru/ (дата обращения 15.03.2022).

5. Алгоритмы – всё об алгоритмах / Хабр [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/hub/algorithms/ (дата обращения 15.03.2022).

6. НОУ ИНТУИТ | Технопарк Mail.ru Group: Алгоритмы и структуры данных [Электронный ресурс]. URL: https://intuit.ru/studies/courses/3496/738/info (дата обращения 15.03.2022).