МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»
РТУ МИРЭА

Институт Информационных технологий

Кафедра Математического обеспечения и стандартизации информационных технологий

Отчет по практической работе №2

по дисциплине «Структуры и алгоритмы обработки данных»
по теме «Алгоритмы поиска в таблице (массиве). Применение алгоритмов поиска к поиску по ключу записей в файле»

Выполнил:
Студент группы ИКБО-13-22 Руденко А.Д.

Проверил: ассистент Муравьёва Е.А.

МОСКВА 2023 г.

Цель: получить практический опыт по применению алгоритмов поиска в таблицах данных.

Задание: разработать программу поиска записей с заданным ключом в двоичном файле с применением различных алгоритмов.

Отчет по заданию 1

Размер записи в байтах: 48

Прямой доступ к записям в бинарном файле означает возможность читать и записывать данные в файле, используя смещения (offsets) в файле для точного определения местоположения каждой записи.

Предусловия:

1. Функция uniqueChecker должна быть реализована и корректно работать для проверки уникальности номеров читательского билета.
2. N - целое положительное число, представляющее количество записей, которые требуется создать в бинарном файле.
3. Вектор records должен быть пустым перед вызовом функции.
4. Вектор companies должен содержать доступные значения для организаций.

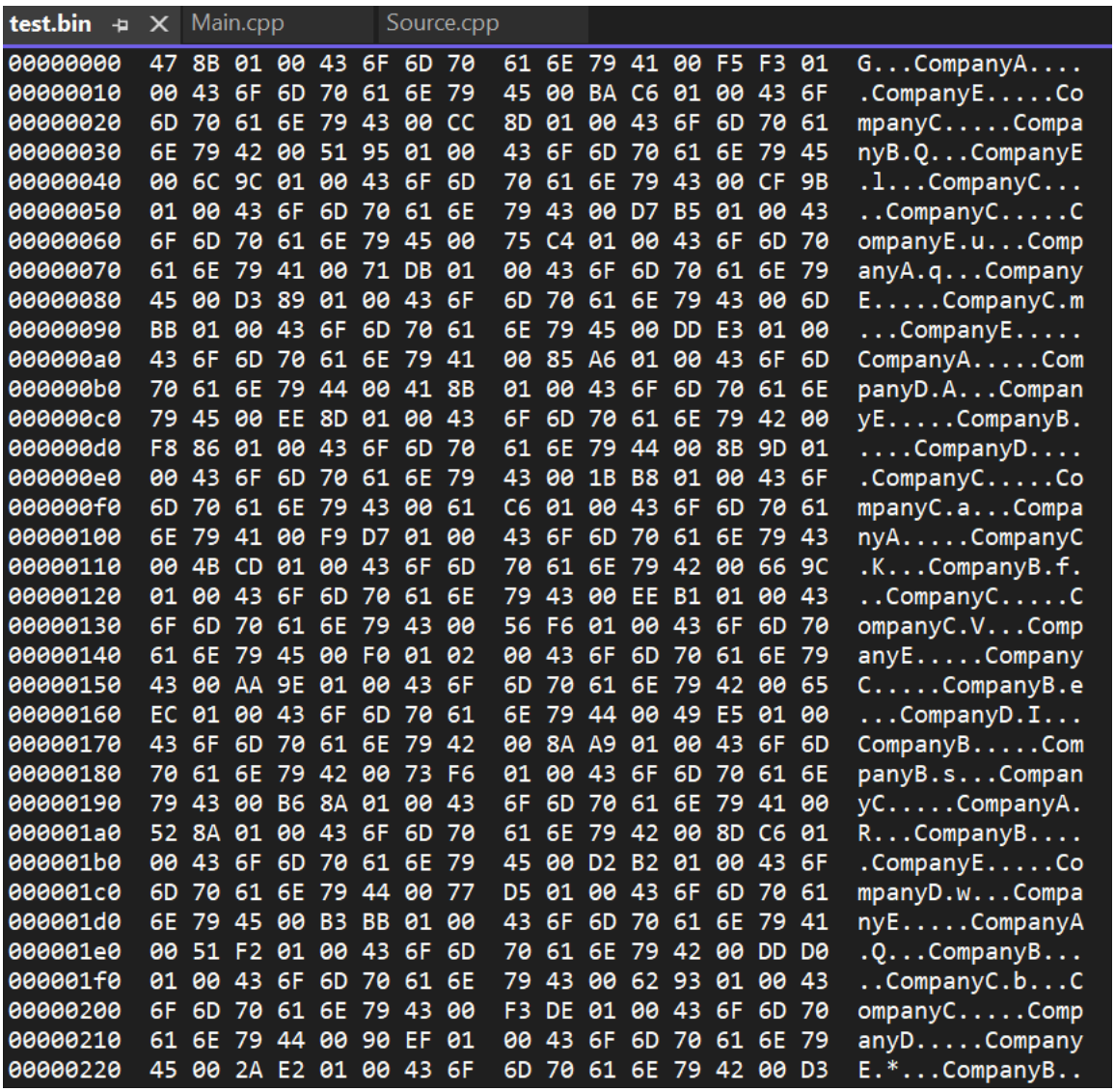
Постусловия:

1. Функция создает бинарный файл "test.bin" и записывает в него N записей в бинарном формате.
2. Каждая запись в файле содержит информацию о номере страхового и наименовании страховой.
3. Все страховые номера в файле должны быть уникальными.
4. Функция освобождает память, выделенную для хранения записей в векторе records с использованием delete.
5. Функция выводит сообщение "Файл создан (n) записей успешно" после успешного создания и заполнения бинарного файла.

6. Гарантируется, что созданный файл корректно закрывается после записи данных в него.

Код программы:

```
// Функция для проверки уникальности номера
bool uniqueChecker(const vector<Record*>& records, int key) {
    for (const Record* record : records) {
        if (record->registrationNumber == key)
            return false;
    }
    return true;
}

// Функция для создания файла с записями
map<int, int>  createFile(int N) {
    srand(time(NULL));

    vector<Record*> records;

    string companies[] = { "CompanyA", "CompanyB", "CompanyC", "CompanyD",
"CompanyE" };

    // Создание уникального номера
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        Record* newRecord = new Record();
        int newKey = 100000 + rand() % 900000; // Генерация случайного 6-значного
номера

        //Проверка на уникальность уже созданных записей
        while (!uniqueChecker(records, newKey))
            newKey = 100000 + rand() % 900000;

        newRecord->registrationNumber = newKey;
        newRecord->companyName = companies[rand() % 5];
        records.push_back(newRecord);
    }
    map<int, int> codeToRecordMap;

    //Запись данных в бинарный файл
    ofstream fout("test.bin", ios_base::binary);
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        size_t before = fout.tellp(); //сохраняем смещение

        //Запись читательского кода
        fout.write((char*)&records[i]->registrationNumber, sizeof(int));
        cout << records[i]->registrationNumber << " : " << records[i]->companyName
<< endl;

        //Запись в файл
        const char* companyData = records[i]->companyName.c_str();
        int companyLength = records[i]->companyName.size();
        fout.write(companyData, companyLength + 1);

        codeToRecordMap[records[i]->registrationNumber] = before;
    }

    fout.close();
    for (Record* record : records)
        delete record;

    cout << "Файл на ( " << N << " ) записей создан" << endl;
    return codeToRecordMap;
}
```



Тестирование на 100 элементах

Отчет по заданию 2

Псевдокод:

Алгоритм линейного поиска записи с ключом в файле в текстовой форме:

1. Открыть бинарный файл для чтения.
2. Пока не достигнут конец файла:
    a. Прочитать следующую запись из файла во временную переменную "record".
    b. Проверить, соответствует ли ключ записи ключу, который мы ищем.
    c. Если ключи совпадают, закрыть файл и вернуть найденную запись.
3. Если весь файл был прочитан и нужная запись не найдена, закрыть файл и вернуть сообщение "Запись не найдена".

Предусловия:

1. В файле "test.bin" должны быть записаны данные в бинарном формате, и структура данных в файле должна соответствовать ожидаемой структуре Record, чтобы можно было корректно считывать данные.
2. Файл "test.bin" должен существовать и быть доступным для чтения.
3. Переменная num должна быть положительным целым числом, указывающим количество записей, которые могут быть прочитаны из файла.

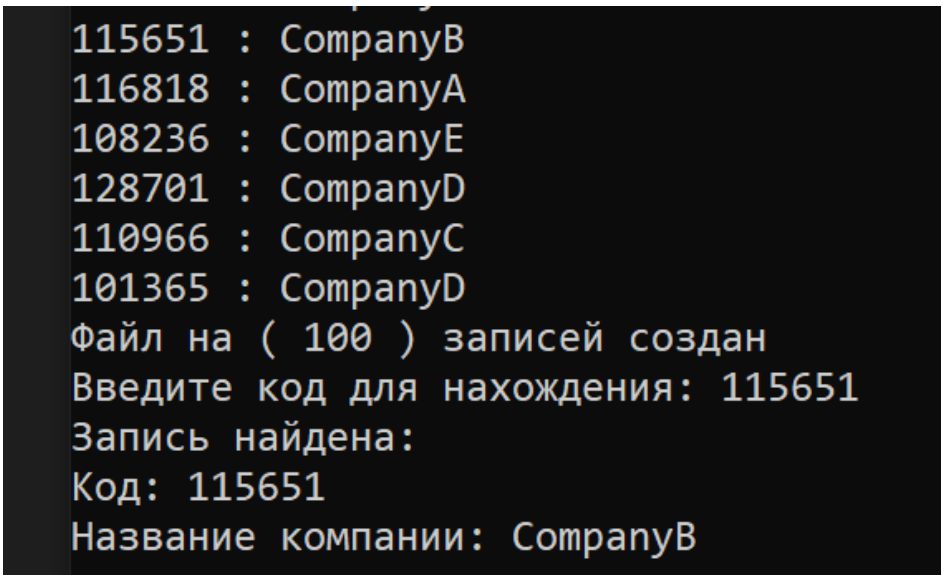
Постусловия:

1. Функция открывает файл "test.bin" для чтения в бинарном режиме.
2. Пользователь должен ввести значение codeToFind, которое представляет ключ, который нужно найти в записях файла.
3. Функция выполняет линейный поиск записей в файле по ключу codeToFind.

4. Если запись с указанным ключом найдена, функция выводит информацию о ней, включая номер и наименование страховой компании.
5. Если запись не найдена, функция завершает выполнение, и пользователю выводится сообщение "Запись не найдена".
6. Файл "test.bin" закрывается после завершения чтения и поиска записи.

Код программы:

```
void linearFindRecord(int num) {
    // Открытие бинарного файла для чтения
    ifstream fin("test.bin", ios_base::binary);

    int code_to_find;
    cout << "Введите код для нахождения: ";
    cin >> code_to_find;

    for (int i = 0; i < num; i++) {
        Record tmp;

        // Чтение номера
        fin.read((char*)&tmp.readerTicketNumber, sizeof(int));

        string companyData;
        char ch;
        fin.get(ch);
        while (ch != '\0') {
            companyData += ch;
            fin.get(ch);
        }
        tmp.fullName = companyData;

        string nameData;
        fin.get(ch);
        while (ch != '\0') {
            nameData += ch;
            fin.get(ch);
        }
        tmp.address = nameData;

        if (tmp.readerTicketNumber == code_to_find) {
            cout << "Запись найдена: " << endl;
            cout << "Код: " << tmp.readerTicketNumber << endl;
            cout << "Фамилия: " << tmp.fullName << endl;
            cout << "Адрес: " << tmp.address << endl;
            break;
        }

    }
    // Закрытие файла
    fin.close();
}
```



Тестирование линейного поиска на 100 записей

Замеры	Время, милисекунд
100 записей	16
1000 записей	54
10000 записей	60

Замеры с указанием времени для линейного поиска

Отчет по заданию 3

Описание алгоритма доступа к записи в файле посредством таблицы:

Создание бинарного файла: В начале работы программы создается бинарный файл с именем "test.bin", который будет использоваться для хранения записей данных. Этот файл создается с помощью функции createFile, которая генерирует случайные записи данных и сохраняет их в файле, а также создает таблицу codeToRecordMap.

Создание таблицы codeToRecordMap: Таблица codeToRecordMap представляет собой ассоциативный контейнер (map), который отображает ключи (например, номера регистрации) на смещения (offsets) в бинарном файле, где начинаются соответствующие записи данных. Эта таблица создается и заполняется в функции createFile, где каждая запись данных связывается с ее смещением в файле.

Интерполяционный поиск записи: Для поиска записи с определенным ключом (например, codeToFind), используется интерполяционный поиск. Этот поиск выполняется в функции interpolationRecordFind. Основные шаги интерполяционного поиска:

a. Используется таблица codeToRecordMap, чтобы найти смещение (offset) в бинарном файле, где начинается запись с ключом, который ищется. Это делается с помощью функции map::find, которая позволяет быстро найти смещение по ключу.

b. Если ключ найден в таблице, то считывается запись данных из файла по найденному смещению с использованием функции reading, которая выполняет чтение данных из файла и возвращает соответствующую запись Record.

c. Если запись с ключом была найдена, то информация о ней выводится на экран, включая номер регистрации и название компании.

d. Если запись с ключом не была найдена в таблице, выводится сообщение о том, что запись не найдена.

Закрытие файла: После завершения чтения данных из файла, файл закрывается с помощью функции fin.close().

Псевдокод:

1. Найдите смещение (offset) в файле по ключу с помощью таблицы codeToRecordMap.
2. Если ключ найден в таблице:
    a. Считайте запись данных из файла по найденному смещению.
    b. Выведите информацию о найденной записи на экран.3. Если ключ не найден в таблице:
3. Выведите сообщение о том, что запись не найдена в файле.
4. Закройте файл.

Предусловие:

- Входные данные codeToRecordMap должны представлять собой отображение (map), где ключи - это целые числа (int), а значения - целые числа (int), представляющие смещения в бинарном файле.
- Переменная codeToFind должна содержать ключ, который необходимо найти в файле.
- Файл "test.bin" должен существовать и быть доступным для чтения. В противном случае, функция может не работать корректно.

Постусловие:

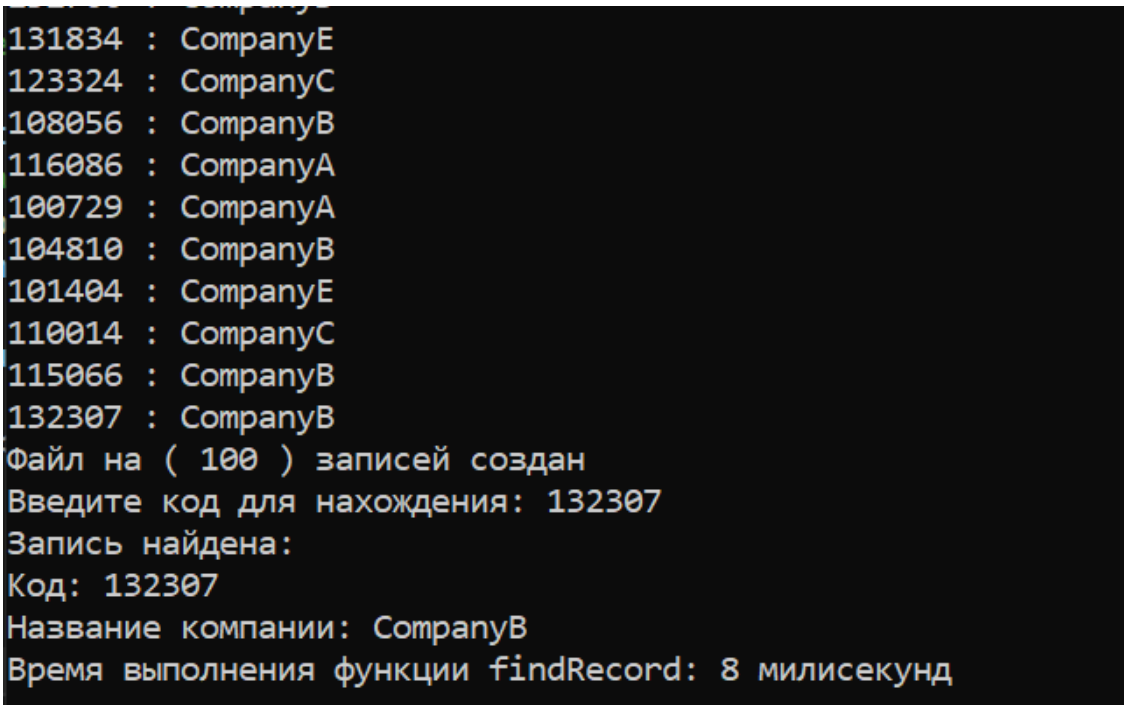
- Если ключ codeToFind найден в файле, функция выводит на стандартный вывод (cout) информацию о записи с найденным ключом, включая код, и наименование организации.
- Если ключ codeToFind не найден в файле, функция выводит сообщение об этом.
- Функция корректно завершает выполнение и не оставляет открытыми файлы или утечки ресурсов.

Алгоритм бинарного поиска:

```
void interpolationFindRecord(const map<int, int>& codeToRecordMap, int codeToFind) {
    map<int, int>::const_iterator iterator;

    int n = codeToRecordMap.size();
    int left = 0;
    int right = n - 1;

    while (left <= right && codeToFind >= codeToRecordMap.begin()->first &&
codeToFind <= codeToRecordMap.rbegin()->first) {
        iterator = codeToRecordMap.begin();

        // Интерполяционная формула для приближенной позиции
        int pos = left + ((codeToFind - iterator->first) * (right - left)) /
(codeToRecordMap.rbegin()->first - iterator->first);

        advance(iterator, pos);

        if (iterator->first == codeToFind) {
            Record tmp = reading(iterator->second);
            cout << "Запись найдена: " << endl;
            cout << "Код: " << tmp.registrationNumber << endl;
            cout << "Название компании: " << tmp.companyName << endl;
            return;
        }
        else if (iterator->first < codeToFind) {
            left = pos + 1; // Искать в правой половине
        }
        else {
            right = pos - 1; // Искать в левой половине
        }
    }
    cout << "Запись не найдена!";
}
```

Замеры	Время, милисекунд
100 записей	8
1000 записей	7
10000 записей	7

Замеры с указанием времени для интерполяционного поиска



Результаты бинарного поиска для 100 записей

Сравнение поисков:

Линейный поиск:

- Временная сложность: В худшем случае линейный поиск требует просмотра каждой записи в файле. Это означает, что его временная сложность составляет O(N), где N - количество записей в файле.
- Преимущества: Линейный поиск прост в реализации и может быть эффективным, если файл отсортирован, так как поиск можно остановить, как только будет найдена запись с ключом (или ключ станет больше).
- Недостатки: Он не эффективен для больших файлов, так как его временная сложность линейно зависит от размера файла.

Интерполяционный поиск:

- Временная сложность: Интерполяционный поиск также требует log2(N) операций в среднем. Однако, его производительность может быть лучше адаптирована к распределению ключей в файле, и в некоторых случаях, он может быть даже более быстрым, чем бинарный поиск.

- Преимущества: Интерполяционный поиск работает лучше, когда ключи в файле имеют равномерное распределение, и он способен быстро сузить область поиска, основываясь на значении ключа, что может привести к ускорению поиска.
- Недостатки: Он также требует отсортированного файла по ключу, и если ключи в файле распределены неравномерно, его производительность может быть хуже, чем у бинарного поиска.

Вывод:

- Если файл содержит малое количество записей или не требует сортировки, линейный поиск может быть простым и достаточно эффективным решением.
- Для больших файлов и файлов, отсортированных по ключу, интерполяционный поиск будет значительно более эффективным и быстрым способом поиска.
- Важно выбирать алгоритм в зависимости от размера и организации файла, а также от требований к скорости поиска

Весь код:

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <vector>
#include <string>
#include <cstring>
#include <ctime>
#include <map>
#include <chrono>

using namespace std;
using namespace chrono;

//Структура записи
struct Record {
    int registrationNumber;
    string companyName;
};

// Функция для проверки уникальности номера
bool uniqueChecker(const vector<Record*>& records, int key) {
    for (const Record* record : records) {
        if (record->registrationNumber == key)
            return false;
    }
    return true;
}

// Функция для создания файла с записями
map<int, int>  createFile(int N) {
    srand(time(NULL));

    vector<Record*> records;

    string companies[] = { "CompanyA", "CompanyB", "CompanyC", "CompanyD",
"CompanyE" };

    // Создание уникального номера
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        Record* newRecord = new Record();
        int newKey = 100000 + rand() % 900000; // Генерация случайного 6-значного
номера

        //Проверка на уникальность уже созданных записей
        while (!uniqueChecker(records, newKey))
            newKey = 100000 + rand() % 900000;

        newRecord->registrationNumber = newKey;
        newRecord->companyName = companies[rand() % 5];
        records.push_back(newRecord);
    }
    map<int, int> codeToRecordMap;

    //Запись данных в бинарный файл
    ofstream fout("test.bin", ios_base::binary);
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        size_t before = fout.tellp(); //сохраняем смещение

        //Запись читательского кода
        fout.write((char*)&records[i]->registrationNumber, sizeof(int));
        cout << records[i]->registrationNumber << " : " << records[i]->companyName
<< endl;

        //Запись в файл
```

```
        const char* companyData = records[i]->companyName.c_str();
        int companyLength = records[i]->companyName.size();
        fout.write(companyData, companyLength + 1);

        codeToRecordMap[records[i]->registrationNumber] = before;
    }

    fout.close();
    for (Record* record : records)
        delete record;

    cout << "Файл на ( " << N << " ) записей создан" << endl;
    return codeToRecordMap;
}

// Функция для поиска записи линейным поиском
void linearFindRecord(int num, int code_to_find) {
    // Открытие бинарного файла для чтения
    ifstream fin("test.bin", ios_base::binary);


    for (int i = 0; i < num; i++) {
        Record tmp;

        // Чтение номера
        fin.read((char*)&tmp.registrationNumber, sizeof(int));

        string companyData;
        char ch;
        fin.get(ch);
        while (ch != '\0') {
            companyData += ch;
            fin.get(ch);
        }
        tmp.companyName = companyData;

        if (tmp.registrationNumber == code_to_find) {
            cout << "Запись найдена: " << endl;
            cout << "Код: " << tmp.registrationNumber << endl;
            cout << "Название компании: " << tmp.companyName << endl;
            break;
        }

    }
    // Закрытие файла
    fin.close();
}

Record reading(int offset) {
    ifstream fin("test.bin", ios_base::binary);
    fin.seekg(offset); // Смещение в файле
    Record tmp;
    // Чтение данных из файла
    fin.read((char*)&tmp.registrationNumber, sizeof(int));
    string companyName;
    char ch;
    fin.get(ch);
    while (ch != '\0') {
        companyName += ch;
        fin.get(ch);
    }
    tmp.companyName = companyName;

    fin.close();
    return tmp;
```

```
}

void interpolationFindRecord(const map<int, int>& codeToRecordMap, int codeToFind) {
    map<int, int>::const_iterator iterator;

    int n = codeToRecordMap.size();
    int left = 0;
    int right = n - 1;

    while (left <= right && codeToFind >= codeToRecordMap.begin()->first &&
codeToFind <= codeToRecordMap.rbegin()->first) {
        iterator = codeToRecordMap.begin();

        // Интерполяционная формула для приближенной позиции
        int pos = left + ((codeToFind - iterator->first) * (right - left)) /
(codeToRecordMap.rbegin()->first - iterator->first);

        advance(iterator, pos);

        if (iterator->first == codeToFind) {
            Record tmp = reading(iterator->second);
            cout << "Запись найдена: " << endl;
            cout << "Код: " << tmp.registrationNumber << endl;
            cout << "Название компании: " << tmp.companyName << endl;
            return;
        }
        else if (iterator->first < codeToFind) {
            left = pos + 1; // Искать в правой половине
        }
        else {
            right = pos - 1; // Искать в левой половине
        }
    }
    cout << "Запись не найдена!";
}


int main() {
    setlocale(LC_ALL, "ru");
    //cout << " == " << sizeof(Record) << endl; //Вывод кол-ва байт занимаемых одной
записью
    int N = 100;
    map<int, int> codeToRecordMap = createFile(N); // Создание файла и таблицы


    int code_to_find;
    cout << "Введите код для нахождения: ";
    cin >> code_to_find;

    //linearFindRecord(N, code_to_find);     // Поиск записи по номеру

    // Замер выполнения метода

    auto start_time = high_resolution_clock::now();
    //linearFindRecord(N, code_to_find);
    interpolationFindRecord(codeToRecordMap, code_to_find);
    auto end_time = high_resolution_clock::now();

    auto duration = duration_cast<milliseconds>(end_time - start_time);

    cout << "Время выполнения функции findRecord: " << duration.count() << "
милисекунд" << endl;

    return 0;
}
```