Міністерство освіти України

Національний технічний університет "ХПІ"

кафедра "Стратегічного управління"

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Звіт до лабораторної роботи №5**

з дисципліни "Алгоритми на структури даних"

Виконав: студент групи КН-321А

Бородай Д. А.

Перевірив: старший викладач

Мошко Є.О.

Харків 2022

**Тема лабораторної роботи:** Алгоритми пошуку (лінійний пошук, бінарний пошук, пошук з бар'єром, пошук підрядка в рядку, алгоритм Кнута-Морріса-Пратта, алгоритм Бойера-Мура, алгоритм Рабина – Карпа).

**Мета:** ознайомитися із основними алгоритмами пошуку даних та особливостями їх програмної реалізації. Набути практичних навичок по роботі зі алгоритмами пошуку даних

**Порядок виконання роботи**:

1. Визначити масив, в якому буде виконуватися пошук. Використовувати масив, створений в роботі №4.

2. Розробити функції лінійного пошуку в масиві, бінарного пошуку в масиві. Для забезпечення бінарного пошуку в масиві використовувати найбільш ефективний алгоритм сортування, визначений при виконанні лабораторної роботі №4:

− ввести інформацію в масив з файлу;

− виконати лінійний пошук в масиві;

− виконати пошук з бар'єром;

− упорядкувати елементи масиву функцією сортування і виконати бінарний пошук.

3. Розробити функції для пошуку підрядка в рядку:

− виконати прямий пошук підрядка;

− виконати алгоритм Кнута-Морріса-Пратта;

− виконати алгоритм Бойера-Мура;

− виконати алгоритм Рабина – Карпа.

4. Дослідити складність алгоритмів. Провести асимптотичний аналіз алгоритмів пошуку та зробити висновки.

− для порівняння алгоритмів пошуку виконати наступні кроки; − створити таблицю асимптотичних оцінок трудомісткості алгоритмів в кращому, середньому, гіршому випадках;

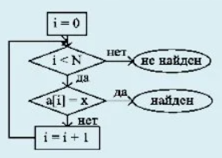
− розставити лічильники операцій у функціях пошуку;

− провести експеримент, визначити середню кількість операцій для різних алгоритмів, побудувати графіки;

− створити таблиці і представити графіки експериментальних оцінок алгоритмів

## ОПИС АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ

1.1 Лінійний пошук



Блок-схема 1.1 – Лінійний пошук

Приклад коду пошуку:

void FindLinear(int\* arr, int size, int\* ans, int h, long key)

{

int counter = 0;

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

{

if (arr[i] == key && ans[h] != i)

ans[h++] = i;

counter++;

}

if (h != 0)

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

cout << "Ключ " << key << " находится в ячейке " << ans[i] << endl;

else

cout << "\nМы не нашли ключ " << key << " в массиве\n";

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

}

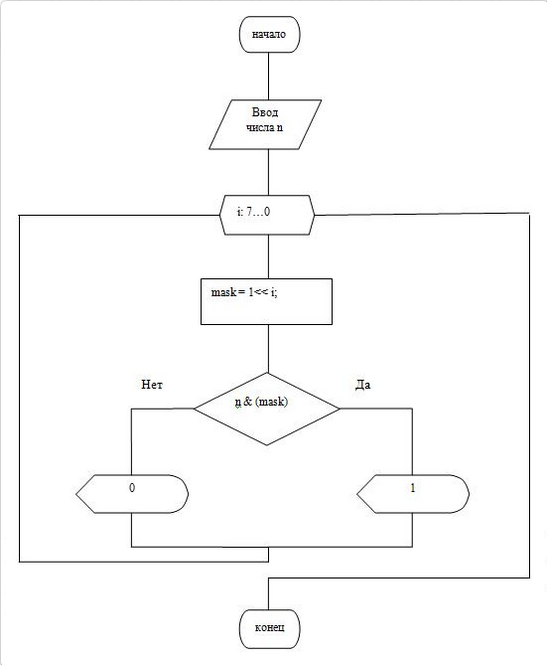
Повний код програми наведено у додатку А.

Найгірша складність: О(n)

Середня складність: О(n)

Середня продуктивність: О(n/2)

1.2 Бінарний пошук



Блок-схема 1.2 – Бінарний пошук

Приклад коду бінарного пошуку:

void binary(int\* arr, int size, int\* ans, int h, long key)

{

long\* arr1 = new long[size];

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

arr1[i] = arr[i];

int counter = 0;

bucketsort(arr, size);

bool flag = false;

int l = 0;

int r = size - 1;

int size1 = 0;

int qw = 0;

int count = 0;

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

cout << arr[i] << " ";

cout << endl << endl;

while ((l <= r) && (flag != true))

{

ans[count] = (l + r) / 2;

if (arr[ans[count]] == key)

{

flag = true;

size1++;

qw = ans[count];

for (size\_t i1 = ans[count] + 1; i1 <= size; i1++)

{

if (arr[i1] == key)

{

count += 1;

ans[count] = i1;

size1++;

}

counter++;

}

for (int i2 = qw - 1; i2 >= 0; i2--)

{

if (arr[i2] == key)

{

count += 1;

ans[count] = i2;

size1++;

}

else

goto S;

counter++;

}

}

if (arr[ans[count]] > key)

{

r = ans[count] - 1;

counter++;

}

else

{

l = ans[count] + 1;

counter++;

}

}

counter++;

S:

if (flag)

{

for (size\_t i = 0; i < size1; i++)

cout << "Ключ " << key << " находится в ячейке " << ans[i] << endl;

}

else cout << "Мы не нашли ключ " << key << " в массиве\n";

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

arr[i] = arr1[i];

}

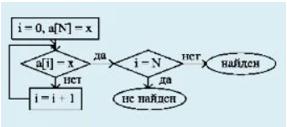
Повний текст програми наведено у додатку А.

Найгірша складність: О(log n)

Середня складність: О(log n)

Найкраща складність: О(1)

1.3 Пошук бар’єром



Блок-схема 1.3 – Пошук бар'єром

Приклад коду алгоритм пошуку бар’єром:

void barrier\_seach(int\* arr, int size, int\* ans, int h, long key)

{

int counter = 0;

int last = arr[size - 1];

arr[size - 1] = key;

int k = 0;

int p = 0;

for (size\_t j = 0; j < size; j++)

{

size\_t i = 0;

for (;;)

{

counter++;

if (p == size) goto S1;

if (arr[i] == key && i > k)

{

goto S;

}

else ++i;

p++;

}

S:

p = 0;

k = i;

arr[size - 1] = last;

if (i != (size - 1) || key == last)

{

ans[h++] = i;

counter++;

}

S1:

counter++;

}

if (h != 0)

for (int l = 0; l < h; l++)

cout << "Ключ " << key << " находится в ячейке " << ans[l] << endl;

else cout << "Мы не нашли ключ " << key << " в массиве\n";

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

}

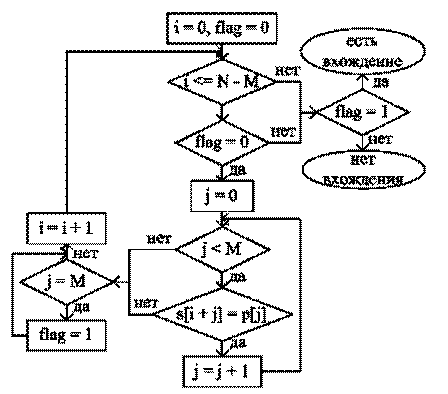
Повний Текст програми наведено у додатку А.

Найгірша складність: О(n)

Середня складність: О(n)

Середня продуктивність: О(n/2)

1.4 Алгоритм прямого пошуку підрядка в рядку



Блок-схема 1.4 ­ Прямий пошук

Приклад коду даного алгоритму:

int Forward(char\* s, char\* c, int n)

{

int i, j, lenC, lenS;

for (lenC = 0; c[lenC]; lenC++);

for (lenS = 0; s[lenS]; lenS++);

for (i = 0; i <= lenS - lenC; i++)

{

for (j = 0; s[i + j] == c[j]; j++)

counterFinding++;

if (j - lenC == 1 && i == lenS - lenC && !(n - 1)) return i;

if (j == lenC)

if (n - 1) n--;

else return i;

counterFinding++;

}

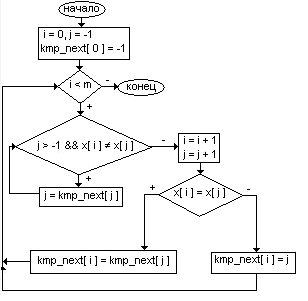
return -1;

}

Повний код програми наведено у додатку А.

Найгірший випадок. Нехай масив T→{AAA….AAAB}, довжина │T│=N, зразок W→{A….AB}, довжина │W│=M. Очевидно, що для виявлення збігу в кінці рядка потрібно зробити порядку N \* M порівнянь, тобто O (N \* M).

1.5 Алгоритм пошуку Кнута ­ Моріса ­ Пратта



Блок-схема 1.5 ­ КМП алгоритм

Приклад коду КМП алгоритму:

void KMP(const char\* text, const char\* pattern, int m, int n)

{

int counter = 0;

if (\*pattern == '\0' || n == 0) {

printf("The pattern occurs with shift 0");

counter++;

}

if (\*text == '\0' || n > m) {

printf("Pattern not found");

counter++;

}

int\* next = new int[n + 1];

for (int i = 0; i < n + 1; i++) {

next[i] = 0;

counter++;

}

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

{

int j = next[i + 1];

while (j > 0 && pattern[j] != pattern[i]) {

j = next[j];

counter++;

}

if (j > 0 || pattern[j] == pattern[i])

next[i + 1] = j + 1;

counter++;

}

for (int i = 0, j = 0; i < m; i++)

{

if (\*(text + i) == \*(pattern + j))

{

counter++;

if (++j == n) {

printf("Индекс нахождения: %d\n", i - j + 1);

}

}

else if (j > 0)

{

j = next[j];

i--;

}

}

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

}

Повний код програми наведено у додатку А.

Алгоритм КМП-пошуку фактично вимагає лише порядку N порівнянь навіть у найгіршому випадку.

1.6 Алгоритм пошуку Бойера ­ Мура

## АСИМПОТИЧНИЙ АНАЛІЗ

# Висновок

# Додаток А

Код Source.cpp

#include <iostream>

#include <Windows.h>

#include <fstream>

#include <iomanip>

#define tonum(c) (c >= 'A' && c <= 'Z' ? c - 'A' : c - 'a' + 26)

using namespace std;

int counterFinding = 0;

int counterMerge = 0;

int counterHeap = 0;

int counterFinding6 = 0;

int counterFinding7 = 0;

void printarray(int\* arr, int size) {

cout << endl << endl;

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

cout << arr[i] << setw(4);

cout << endl;

}

void siftDown(int\* arr, int size, int bottom)

{

int maxChild; // индекс максимального потомка

int done = 0; // флаг того, что куча сформирована

// Пока не дошли до последнего ряда

while ((size \* 2 <= bottom) && (!done))

{

if (size \* 2 == bottom) // если мы в последнем ряду,

maxChild = size \* 2; // запоминаем левый потомок

// иначе запоминаем больший потомок из двух

else if (arr[size \* 2] > arr[size \* 2 + 1])

maxChild = size \* 2;

else

maxChild = size \* 2 + 1;

// если элемент вершины меньше максимального потомка

if (arr[size] < arr[maxChild])

{

int temp = arr[size]; // меняем их местами

arr[size] = arr[maxChild];

arr[maxChild] = temp;

size = maxChild;

}

else // иначе

done = 1; // пирамида сформирована

counterHeap++;

}

}

void selectionsort(int\* arr, int size)

{

int c = 0;

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

int minz = arr[i], \* ind = &arr[i];

for (int j = i + 1; j < size; j++) {

if (arr[j] < minz) minz = arr[j], ind = &arr[j];

c++;

}

swap(arr[i], \*ind);

c++;

}

}

void Show(int\* arr, int size)

{

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

{

cout << arr[i] << " ";

}

}

void FindLinear(int\* arr, int size, int\* ans, int h, long key)

{

int counter = 0;

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

{

if (arr[i] == key && ans[h] != i)

{

ans[h++] = i;

}

counter++;

}

if (h != 0)

{

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

{

cout << "Ключ " << key << " находится в ячейке " << ans[i] << endl;

}

}

else

{

cout << "\nМы не нашли ключ " << key << " в массиве\n";

}

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

}

void barrier\_seach(int\* arr, int size, int\* ans, int h, long key)

{

int counter = 0;

int last = arr[size - 1];

arr[size - 1] = key;

int k = 0;

int p = 0;

for (size\_t j = 0; j < size; j++)

{

size\_t i = 0;

for (;;)

{

counter++;

if (p == size)

{

goto S1;

}

if (arr[i] == key && i > k)

{

goto S;

}

else

{

++i;

}

p++;

}

S:

p = 0;

k = i;

arr[size - 1] = last;

if (i != (size - 1) || key == last)

{

ans[h++] = i;

counter++;

}

S1:

counter++;

}

if (h != 0)

{

for (int l = 0; l < h; l++)

{

cout << "Ключ " << key << " находится в ячейке " << ans[l] << endl;

}

}

else

{

cout << "Мы не нашли ключ " << key << " в массиве\n";

}

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

}

void binary(int\* arr, int size, int\* ans, int h, long key)

{

long\* arr1 = new long[size];

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

{

arr1[i] = arr[i];

}

int counter = 0;

selectionsort(arr, size);

bool flag = false;

int l = 0;

int r = size - 1;

int size1 = 0;

int qw = 0;

int count = 0;

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

{

cout << arr[i] << " ";

}

cout << endl << endl;

while ((l <= r) && (flag != true))

{

ans[count] = (l + r) / 2;

if (arr[ans[count]] == key)

{

flag = true;

size1++;

qw = ans[count];

for (size\_t i1 = ans[count] + 1; i1 <= size; i1++)

{

if (arr[i1] == key)

{

count += 1;

ans[count] = i1;

size1++;

}

counter++;

}

for (int i2 = qw - 1; i2 >= 0; i2--)

{

if (arr[i2] == key)

{

count += 1;

ans[count] = i2;

size1++;

}

else

{

goto S;

}

counter++;

}

}

if (arr[ans[count]] > key)

{

r = ans[count] - 1;

counter++;

}

else

{

l = ans[count] + 1;

counter++;

}

}

counter++;

S:

if (flag)

{

for (size\_t i = 0; i < size1; i++)

{

cout << "Ключ " << key << " находится в ячейке " << ans[i] << endl;

}

}

else

{

cout << "Мы не нашли ключ " << key << " в массиве\n";

}

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

{

arr[i] = arr1[i];

}

}

void selsort2(int\* arr, int b, int e) {

int l = b, r = e;

int piv = arr[(l + r) / 2];

while (l <= r) {

while (arr[l] > piv) // Поменяй знак

l++;

while (arr[r] < piv) // Поменяй знак

r--;

if (l <= r)

swap(arr[l++], arr[r--]);

}

if (b < r)

selsort2(arr, b, r);

if (e > l)

selsort2(arr, l, e);

}

int Forward(char\* s, char\* c, int n)

{

int i, j;

int lenC, lenS;

for (lenC = 0; c[lenC]; lenC++);

for (lenS = 0; s[lenS]; lenS++);

for (i = 0; i <= lenS - lenC; i++) // Пока есть возможность поиска

{

for (j = 0; s[i + j] == c[j]; j++)

{

// Проверяем совпадение посимвольно

counterFinding++;

}

if (j - lenC == 1 && i == lenS - lenC && !(n - 1)) return i;

if (j == lenC)

if (n - 1) n--;

else return i;

counterFinding++;

}

//Иначе вернем -1 как результат отсутствия подстроки

return -1;

}

void KMP(const char\* text, const char\* pattern, int m, int n)

{

int counter = 0;

// базовый случай 1: шаблон равен NULL или пуст

if (\*pattern == '\0' || n == 0) {

printf("The pattern occurs with shift 0");

counter++;

}

// базовый случай 2: текст равен NULL или длина текста меньше длины шаблона

if (\*text == '\0' || n > m) {

printf("Pattern not found");

counter++;

}

// next[i] сохраняет индекс следующего лучшего частичного совпадения

int\* next = new int[n + 1];

for (int i = 0; i < n + 1; i++) {

next[i] = 0;

counter++;

}

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

{

int j = next[i + 1];

while (j > 0 && pattern[j] != pattern[i]) {

j = next[j];

counter++;

}

if (j > 0 || pattern[j] == pattern[i]) {

next[i + 1] = j + 1;

}

counter++;

}

for (int i = 0, j = 0; i < m; i++)

{

if (\*(text + i) == \*(pattern + j))

{

counter++;

if (++j == n) {

printf("Индекс нахождения: %d\n", i - j + 1);

}

}

else if (j > 0)

{

j = next[j];

i--; // так как `i` будет увеличен на следующей итерации

}

}

cout << "\nOperations: " << counter + 1 << endl;

}

int BMSearch(char\* string, char\* substring) {

int sl = 0;

int ssl = 0;

int res = -1;

while (string[sl] != NULL) {

sl++;

counterFinding6++;

}

while (substring[ssl] != NULL) {

ssl++;

counterFinding6++;

}

if (sl == 0)

printf("Некорректная строка\n");

else if (ssl == 0)

printf("Некорректная подстрока\n");

else {

int i, Pos;

int BMT[256];

for (i = 0; i < 256; i++)

BMT[i] = ssl;

for (i = ssl - 1; i >= 0; i--)

if (BMT[(short)(substring[i])] == ssl)

BMT[(short)(substring[i])] = ssl - i - 1;

counterFinding6++;

Pos = ssl - 1;

while (Pos < sl)

if (substring[ssl - 1] != string[Pos])

Pos = Pos + BMT[(short)(string[Pos])];

else

for (i = ssl - 2; i >= 0; i--) {

if (substring[i] != string[Pos - ssl + i + 1]) {

Pos += BMT[(short)(string[Pos - ssl + i + 1])] - 1;

break;

}

else

if (i == 0)

return Pos - ssl + 1;

counterFinding6++;

}

counterFinding6++;

}

printf("\n");

return res;

}

int mod(int a, int p, int m)

{

if (p == 0)

return 1;

int sqr = mod(a, p / 2, m) % m;

if (p & 1)

return ((a % m) \* sqr) % m;

else

return sqr;

}

int RabinKarpMatch(char\* T, char\* P, int d, int q)

{

int i, j, p, t, n, m, h, found;

n = strlen(T);

m = strlen(P);

h = mod(d, m - 1, q);

p = t = 0;

for (i = 0; i < m; i++)

{

p = (d \* p + tonum(P[i])) % q;

t = (d \* t + tonum(T[i])) % q;

counterFinding7++;

}

for (i = 0; i <= n; i++)

{

if (p == t)

{

found = 1;

for (j = 0; j < m; j++)

if (P[j] != T[i + j])

{

counterFinding7++;

found = 0;

break;

}

if (found)

return i;

}

else

{

t = (d \* (t - ((tonum(T[i]) \* h) % q)) + tonum(T[i + m])) % q;

}

counterFinding7++;

}

return -1;

}

int main()

{

SetConsoleCP(1251);

SetConsoleOutputCP(1251);

int chooseFile;

int size;

long key;

int choose2;

while (true) {

cout << "1 - Массив \n2 - Cтрока \n0 - Exit \n-->";

cin >> choose2;

if (choose2 == 1)

{

cout << "Размер массива: ";

cin >> size;

int\* arr = new int[size];

int\* ans = new int[size];

int h = 0;

int choose;

int menu = -1;

int c = 0;

while (menu != 0)

{

cout << endl << endl;

cout << "1 - Заполнить рандомно\n";

cout << "2 - Чтение из файла\n";

cout << "3 - Сортировать по возрастанию\n";

cout << "4 - Сортировать по убыванию\n";

cout << "5 - Удалить массив\n";

cout << "6 - Линейный поиск\n";

cout << "7 - Поиск с барьером\n";

cout << "8 - Бинарный поиск\n";

cout << "9 - Запись в файл\n";

cout << "0 - Назад \n";

cout << "--> ";

cin >> menu;

string name = "DataForArray.txt";

switch (menu)

{

case 1:

{

for (size\_t i = 0; i < size; i++)

arr[i] = rand() % 10;

printarray(arr, size);

c = 1;

break;

}

case 2:

{

char ch;

ifstream file\_read;

file\_read.open(name);

if (!file\_read.is\_open())

{

cout << "Error" << endl;

}

else

{

for (size\_t j = 0; j < size; j++)

{

file\_read >> arr[j];

}

}

file\_read.close();

printarray(arr, size);

c = 1;

break;

}

case 3:

{

selectionsort(arr, size);

printarray(arr, size);

break;

}

case 4:

{

selsort2(arr, 0, size - 1);

printarray(arr, size);

break;

}

case 5:

{

size = 0;

delete[] arr;

c = 0;

break;

}

case 6:

{

cout << "\nВведите число: ";

cin >> key;

FindLinear(arr, size, ans, h, key);

ans = new int[size];

break;

}

case 7:

{

cout << "\nВведите число: ";

cin >> key;

barrier\_seach(arr, size, ans, h, key);

ans = new int[size];

break;

}

case 8:

{

cout << "\nВведите число: ";

cin >> key;

binary(arr, size, ans, h, key);

ans = new int[size];

break;

}

case 9:

{

ofstream fout;

fout.open(name);

for (int i = size - 1; i >= 0; i--)

{

if (i == 0)

{

fout << arr[i];

}

else

{

fout << arr[i] << " ";

}

}

fout.close();

break;

}

}

}

}

else if(choose2 == 2)

{

char arr1[10000];

int c = 0;

int menu = -1;

while (menu != 0)

{

if (c == 0)

{

}

else

{

for (size\_t i = 0; i < strlen(arr1); i++)

{

cout << arr1[i];

}

}

cout << endl << endl;

cout << "1 - Ввести строку\n";

cout << "2 - Запись из файла\n";

cout << "3 - Удалить строку\n";

cout << "4 - Прямой поиск\n";

cout << "5 - Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта\n";

cout << "6 - Алгоритм Бойера-Мура\n";

cout << "7 - Алгоритм Рабина-Карпа\n";

cout << "8 - Запись в файл\n";

cout << "0 - Назад\n";

cout << "--> ";

cin >> menu;

string name1 = "DataForString.txt";

switch (menu)

{

case 1:

{

cin.ignore(32767, '\n');

cout << "Введите строку: ";

cin.getline(arr1, 10000);

c = 1;

break;

}

case 2:

{

char ch;

ifstream file\_read\_s;

file\_read\_s.open(name1);

if (!file\_read\_s.is\_open())

{

cout << "Error" << endl;

}

else

{

file\_read\_s >> arr1;

}

file\_read\_s.close();

c = 1;

break;

}

case 3:

{

strcpy\_s(arr1, " ");

c = 0;

break;

}

case 4:

{

int i, n = 0;

char arr2[10000];

cin.ignore(32767, '\n');

cout << "Введите подстроку: ";

cin.getline(arr2, 100);

for (i = 1; n != -1; i++)

{

n = Forward(arr1, arr2, i);

if (n >= 0)

cout << "Индекс начала искомой подстроки: " << n << endl;

}

cout << "\nOperations: " << counterFinding + 1 << endl;

break;

}

case 5:

{

char arr2[100];

cin.ignore(32767, '\n');

cout << "Введите подстроку: ";

cin.getline(arr2, 100);

int n = strlen(arr1);

int m = strlen(arr2);

KMP(arr1, arr2, n, m);

break;

}

case 6:

{

char arr2[100];

cin.ignore(32767, '\n');

cout << "Введите подстроку: ";

cin.getline(arr2, 100);

int pos = BMSearch(arr1, arr2);

if (pos != -1)

{

cout << "Позиция: " << pos << endl;

}

else

{

cout << "Нету такого рядка\n";

}

cout << "\nOperations: " << counterFinding6 << endl;

break;

}

case 7:

{

char arr2[100];

cin.ignore(32767, '\n');

cout << "Введите подстроку: ";

cin.getline(arr2, 100);

int d = 1, q = 1000;

int sovp;

sovp = RabinKarpMatch(arr1, arr2, d, q);

if (sovp != -1)

cout << "Позиция: " << sovp << endl;

else

cout << "Нету такого подрядка\n";

cout << "\nOperations: " << counterFinding7 << endl;

break;

}

case 8:

{

ofstream fout;

fout.open(name1);

for (int i = strlen(arr1) - 1; i >= 0; i--)

{

if (i == 0)

{

fout << arr1[i];

}

else

{

fout << arr1[i] << " ";

}

}

fout.close();

break;

}

}

}

}

else if (choose2 == 0)

exit(0);

else

continue;

}

}