**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра МО ЭВМ**

отчет

**по лабораторной работе №4**

**по дисциплине «Построение и анализ алгоритмов»**

Тема: Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студентка гр. 9382 |  | Пя С. |
| Преподаватель |  | Фирсов М.А. |

Санкт-Петербург

2021

## Цель работы.

Разработать программу, реализующую поиск подстроки в строке с помощью алгоритма Кнута-Морриса-Пратта. Также разработать программу, определяющую, является ли первая строка циклическим сдвигом второй строки.

## Задание 1

## Реализуйте алгоритм КМП и с его помощью для заданных шаблона *P* (|*P*| *≤ 15000*) и текста *T* (*|T| ≤ 5000000*) найдите все вхождения *P* в *T*.

Вход:

Первая строка - *P*

Вторая строка - *T*

Выход:

индексы начал вхождений *P* в *T*, разделенных запятой, если *P* не входит в *T*, то вывести −1

**Sample Input:**

ab

abab

**Sample Output:**

0,2

**Задание 2**

Заданы две строки *A* (*|A| ≤ 5000000*) и *B* (*|B| ≤ 5000000*).

Определить, является ли А циклическим сдвигом В (это значит, что А и В имеют одинаковую длину и А состоит из суффикса В, склеенного с префиксом В). Например, defabc является циклическим сдвигом abcdef.

Вход:

Первая строка - A

Вторая строка - B

Выход:

Если *A* вляется циклическим сдвигом *B*, индекс начала строки *B* в *A*, иначе вывести −1. Если возможно несколько сдвигов вывести первый индекс.

**Sample Input:**

defabc

abcdef

**Sample Output:**

3

**Описание алгоритма**

На вход подаются подстрока, которую нужно найти в строке, и строка. Алгоритм начинается с вычисления префикс функции для подстроки. Для этого создается список для префикс-функций, по величине равный количеству символов в подстроке.

Префикс – это подстрока, начинающиеся с начала строки.

Суффикс – это подстрока, заканчивающиеся в конце строки.

Префикс и суффикс должны быть равны при сравнении.

Префикс-функция для i-го символа строки – функция, показывающая максимальную длину совпадающих префикса и суффикса подстроки в строке, которая заканчивается i-м символом. Для первого элемента префикс-функция будет равна нулю, так как длина подстроки будет равна единице.

В первом задании необходимо найти все вхождения подстроки в строке. Сравниваются символ из подстроки и символ из строки.

В случае их равенства мы начинаем сравнивать следующий символ подстроки и следующий символ строки, если к этому моменту символы подстроки были полностью рассмотрены, значит подстрока была найдена в строке, в ответ записывается индекс начала вхождения подстроки в строку, а дальше мы будем сравнивать символ подстроки под индексом префикс-функции предыдущего символа, так как подстрока может сливаться с подстрокой при поиске в строке.

В случае неравенства символов, если рассматриваемый символ является первым в подстроке, берем для сравнения следующий символ строки.

В случае неравенства символов, если рассматриваемый символ не является первым в подстроке, следующим рассматриваемым символом в подстроке станет символ под индексом префикс-функции предыдущего символа, чтобы мы учли то, что в рассмотренных символах могла быть часть подстроки.

Алгоритм заканчивается, когда мы сравним все символы строки.

Во втором задании необходимо определить, является ли первая строка циклическим сдвигом второй. Для этого достаточно воспользоваться алгоритмом из предыдущего задания, выполняя поиск второй строки в удвоенной первой. Так как при сложении строк первая будет содержать в себе вторую строку, если первая строка является циклическим сдвигом второй. Алгоритм заканчивается при нахождении первого вхождения второй строки в модифицированной первой либо при сравнении всех символов модифицированной первой строки и не нахождении вхождения. Если данные строки изначально не равны, то по определению первая строка не является циклическим сдвигом второй.

**Оценка сложности по памяти.**

В обоих программах проходимся по двум строкам и используем вектор со значениями префикс-функции для подстроки. В худшем случае мы не найдем подстроку в строке, тогда сложность составляет O(2\*N + M) для первой программы, где N – длина первой строки или размер вектора префикс-функции, M – длина второй строки, и сложность для второй программы составляет О(N + M\*2\*2), так как в худшем случае мы пройдем по всей удвоенной строке.

**Оценка сложности по времени.**

Значение префикс-функции вычисляется за О(N) сравнений, где N – длина подстроки, так как необходимо обойти всю строку, чтобы определить префикс-функцию.

Поиск подстроки в строке с помощью алгоритма КМП будет занимать O(M), где M – длина строки, так как вся строка будет пройдена один раз. Каждый символ строки будет рассмотрен один раз благодаря префикс-функции.

Итоговая оценка – O(N + M).

Для второй программы оценка сложности по времени вычисляется так же.

**Тестирование.**

**Тестирование первой программы.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нумерация | Входные данные | Выходные данные |
| 1 | abbaabbab  abbaabbaabbaabbababbaabbab | Хотите считать данные из файла или ввести самостоятельно?(1/2)  1  Начинаем подсчет префикс функции  i - индекс первого символа для сравнения, j - индекс второго символа для сравнения  Символы не одинаковы, смещаем i  "a""b"baabbab  0 0  Символы не одинаковы, смещаем i  "a"b"b"aabbab  0 0 0  Символы одинаковы, смещаем j и i  "a"bb"a"abbab  0 0 0 1  j не равен нулю, и символы не одинаковы  Присвоим j значение префикса предыдущего символа, на который указывала j  a"b"ba"a"bbab  j = 0  Символы одинаковы, смещаем j и i  "a"bba"a"bbab  0 0 0 1 1  Символы одинаковы, смещаем j и i  a"b"baa"b"bab  0 0 0 1 1 2  Символы одинаковы, смещаем j и i  ab"b"aab"b"ab  0 0 0 1 1 2 3  Символы одинаковы, смещаем j и i  abb"a"abb"a"b  0 0 0 1 1 2 3 4  j не равен нулю, и символы не одинаковы  Присвоим j значение префикса предыдущего символа, на который указывала j  abba"a"bba"b"  j = 1  Символы одинаковы, смещаем j и i  a"b"baabba"b"  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Вывод префикс функции  a b b a a b b a b  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Начинаем поиск подстоки в строке  k - индекс символа строки для сравнения, l - индекс символа подстроки для сравнения  Символы одинаковы, смещаем k и l  "a"bbaabbaabbaabbababbaabbab  "a"bbaabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  a"b"baabbaabbaabbababbaabbab  a"b"baabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  ab"b"aabbaabbaabbababbaabbab  ab"b"aabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abb"a"abbaabbaabbababbaabbab  abb"a"abbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abba"a"bbaabbaabbababbaabbab  abba"a"bbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaa"b"baabbaabbababbaabbab  abbaa"b"bab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaab"b"aabbaabbababbaabbab  abbaab"b"ab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabb"a"abbaabbababbaabbab  abbaabb"a"b  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы не одинаковы  Присваиваем l значение префикса предыдущего символа, на который указывала l  abbaabba"a"bbaabbababbaabbab  abbaabba"b"  0 0 0 1 1 2 3 4 2  l = 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabba"a"bbaabbababbaabbab  abba"a"bbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaa"b"baabbababbaabbab  abbaa"b"bab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaab"b"aabbababbaabbab  abbaab"b"ab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabb"a"abbababbaabbab  abbaabb"a"b  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы не одинаковы  Присваиваем l значение префикса предыдущего символа, на который указывала l  abbaabbaabba"a"bbababbaabbab  abbaabba"b"  0 0 0 1 1 2 3 4 2  l = 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabba"a"bbababbaabbab  abba"a"bbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaa"b"bababbaabbab  abbaa"b"bab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaab"b"ababbaabbab  abbaab"b"ab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabb"a"babbaabbab  abbaabb"a"b  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabba"b"abbaabbab  abbaabba"b"  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Подстрока найдена!  Индекс начала вхождения подстроки в строке 8  abbaabbaabbaabbab"a"bbaabbab  abbaabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Присваиваем l значение префикс-функции предыдущего символа, на который указывала l  l = 2  Символы не одинаковы  Присваиваем l значение префикса предыдущего символа, на который указывала l  abbaabbaabbaabbab"a"bbaabbab  ab"b"aabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  l = 0  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbab"a"bbaabbab  "a"bbaabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbaba"b"baabbab  a"b"baabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbabab"b"aabbab  ab"b"aabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbababb"a"abbab  abb"a"abbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbababba"a"bbab  abba"a"bbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbababbaa"b"bab  abbaa"b"bab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbababbaab"b"ab  abbaab"b"ab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbababbaabb"a"b  abbaabb"a"b  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaabbaabbababbaabba"b"  abbaabba"b"  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Подстрока найдена!  Индекс начала вхождения подстроки в строке 17  abbaabbaabbaabbababbaabbab  abbaabbab  0 0 0 1 1 2 3 4 2  Присваиваем l значение префикс-функции предыдущего символа, на который указывала l  l = 2  Подстрока входит в строку  Индексы начала вхождения подстроки в строку  8,17  Хотите продолжить?(y/n)  n |
| 2 | abcasda  sadfasf | Подстрока не входит в строку  -1 |
| 3 | asddsad  asd | Подстрока не входит в строку  -1 |
| 4 | qwe  qwerty | Подстрока входит в строку  0 |
| 5 | love  lovelovelovelovelovelovelveovevloe | Индексы начала вхождения подстроки в строку  0,4,8,12,16,20 |

**Тестирование второй программы.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нумерация | Входные данные | Выходные данные |
| 1 | abbaabbab  abbababba | Хотите считать данные из файла или ввести самостоятельно?(1/2)  Для того чтобы определить, является ли А циклическим сдвигом В, воспользуемся алгоритмом поиска подстроки в строке  В нашем случае будем искать строку В в модифицированной А строке  Модифицируем строку А, сложив ее с собой  Начинаем подсчет префикс функции  i - индекс первого символа для сравнения, j - индекс второго символа для сравнения  Символы не одинаковы, смещаем i  "a""b"bababba  0 0  Символы не одинаковы, смещаем i  "a"b"b"ababba  0 0 0  Символы одинаковы, смещаем j и i  "a"bb"a"babba  0 0 0 1  Символы одинаковы, смещаем j и i  a"b"ba"b"abba  0 0 0 1 2  j не равен нулю, и символы не одинаковы  Присвоим j значение префикса предыдущего символа, на который указывала j  ab"b"ab"a"bba  j = 0  Символы одинаковы, смещаем j и i  "a"bbab"a"bba  0 0 0 1 2 1  Символы одинаковы, смещаем j и i  a"b"baba"b"ba  0 0 0 1 2 1 2  Символы одинаковы, смещаем j и i  ab"b"abab"b"a  0 0 0 1 2 1 2 3  Символы одинаковы, смещаем j и i  abb"a"babb"a"  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Вывод префикс функции  a b b a b a b b a  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Определяем, является ли А циклическим сдвигом В  k - индекс символа строки А, l - индекс символа строки В  Символы одинаковы, смещаем k и l  "a"bbaabbababbaabbab  "a"bbababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  a"b"baabbababbaabbab  a"b"bababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  ab"b"aabbababbaabbab  ab"b"ababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abb"a"abbababbaabbab  abb"a"babba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы не одинаковы  Присваиваем l значение префикса предыдущего символа, на который указывала l  abba"a"bbababbaabbab  abba"b"abba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  l = 1  Символы не одинаковы  Присваиваем l значение префикса предыдущего символа, на который указывала l  abba"a"bbababbaabbab  a"b"bababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  l = 0  Символы одинаковы, смещаем k и l  abba"a"bbababbaabbab  "a"bbababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaa"b"bababbaabbab  a"b"bababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaab"b"ababbaabbab  ab"b"ababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabb"a"babbaabbab  abb"a"babba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabba"b"abbaabbab  abba"b"abba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbab"a"bbaabbab  abbab"a"bba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbaba"b"baabbab  abbaba"b"ba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbabab"b"aabbab  abbabab"b"a  0 0 0 1 2 1 2 3 4  Символы одинаковы, смещаем k и l  abbaabbababb"a"abbab  abbababb"a"  0 0 0 1 2 1 2 3 4  В в модифицированной А найдена!  Индекс начала строки В в А 4  abbaabbababba"a"bbab  abbababba  0 0 0 1 2 1 2 3 4  B является циклическим сдвигом A  Индекс начала В в А  4  Хотите продолжить?(y/n)  n |
| 2 | asd  adff | B не является циклическим сдвигом A  -1 |
| 3 | iloveyou  youlovei | B не является циклическим сдвигом A  -1 |
| 4 | iloveyou  youilove | Индекс начала В в А  5 |
| 5 | abcdef  fabcde | Индекс начала В в А  6 |

## Выводы.

Была разработана программа, занимающаяся поиском подстроки в строке и находящая все ее вхождения, и был изучен алгоритм Кнута-Морриса-Пратта. Также была реализована программа, определяющая, является ли строка циклическим сдвигом другой строки.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ**

Название файла: lab4\_1.cpp

#include <iostream>  
#include <vector>  
#include <fstream>  
  
class KMP {  
private:  
 std::string P, T;  
 std::vector<int> answer;  
 std::vector<size\_t> prefix;  
public:  
 void readData(std::istream& fin){  
 fin >> P >> T;  
 }  
  
 void writePrefix(bool withP, int n) {  
 if (withP) {  
 std::cout << "Вывод префикс функции\n";  
 for (auto i : P) {  
 std::cout << i << " ";  
 }  
 std::cout << "\n";  
 }  
 for (int i = 0; i < n;i++) {  
 std::cout << prefix[i] << " ";  
 }  
 std::cout << "\n";  
 }  
  
 void writeStepForPorT(int j, int i, bool isP) {  
 std::string temp = P;  
 if (!isP)  
 temp = T;  
 for (int l = 0; l < temp.length(); l++) {  
 if (l == j || l == i)  
 std::cout << "\"" << temp[l] << "\"";  
 else  
 std::cout << temp[l];  
 }  
 std::cout << "\n";  
 }  
  
 void calculatePrefix() {  
 std::cout << "Начинаем подсчет префикс функции\n";  
 std::cout << "i - индекс первого символа для сравнения, j - индекс второго символа для сравнения\n";  
 size\_t n = P.length();  
 prefix = std::vector<size\_t>(n);  
 for (size\_t i = 1; i < n; ++i) {  
 size\_t j = prefix[i - 1];  
 while ((j > 0) && (P[i] != P[j])) {  
 std::cout << "j не равен нулю, и символы не одинаковы\n";  
 std::cout << "Присвоим j значение префикса предыдущего символа, на который указывала j\n";  
 writeStepForPorT(j, i, true);  
 j = prefix[j - 1];  
 std::cout << "j = " << j << "\n";  
 }  
 if (P[i] == P[j]) {  
 std::cout << "Символы одинаковы, смещаем j и i\n";  
 writeStepForPorT(j, i, true);  
 ++j;  
 } else {  
 std::cout << "Символы не одинаковы, смещаем i\n";  
 writeStepForPorT(j, i, true);  
 }  
 prefix[i] = j;  
 writePrefix(false, i + 1);  
 }  
 writePrefix(true, n);  
 }  
  
 void writeVisualisation(int k, int l) {  
 writeStepForPorT(k, k, false);  
 writeStepForPorT(l, l, true);  
 writePrefix(false, prefix.size());  
 }  
 void doAlgoritm() {  
 int k = 0, l = 0;  
 size\_t n = P.length(), m = T.length();  
 calculatePrefix();  
 std::cout << "Начинаем поиск подстоки в строке\n";  
 std::cout << "k - индекс символа строки для сравнения, l - индекс символа подстроки для сравнения\n";  
 while (k < m) {  
 if (T[k] == P[l]) {  
 std::cout << "Символы одинаковы, смещаем k и l\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 k++;  
 l++;  
 if (l == n) {  
 std::cout << "Подстрока найдена!\nИндекс начала вхождения подстроки в строке " << k - l << "\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 answer.push\_back(k - l);  
 std::cout << "Присваиваем l значение префикс-функции предыдущего символа, на который указывала l\n";  
 l = prefix[l - 1];  
 std::cout << "l = " << l << "\n";  
 }  
 } else if (l == 0) {  
 std::cout << "Символы не одинаковы, l = 0, смещаем k\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 k++;  
 } else {  
 std::cout << "Символы не одинаковы\n";  
 std::cout << "Присваиваем l значение префикса предыдущего символа, на который указывала l\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 l = prefix[l - 1];  
 std::cout << "l = " << l << "\n";  
 }  
 }  
 }  
  
 void writeAnswer() {  
 if (answer.empty()) {  
 std::cout << "Подстрока не входит в строку\n";  
 std::cout << "-1";  
 return;  
 }  
 std::cout << "Подстрока входит в строку\nИндексы начала вхождения подстроки в строку\n";  
 for (auto i : answer) {  
 if (i == answer.front())  
 std::cout << i;  
 else  
 std::cout << "," << i;  
 }  
 std::cout << "\n";  
 }  
};  
  
  
void startProgram() {  
 char answ = 'y';  
 while (answ == 'y') {  
 std::cout << "Хотите считать данные из файла или ввести самостоятельно?(1/2)\n";  
 std::cin >> answ;  
 KMP \*kmp = new KMP();  
 if (answ == '2') {  
 std::cout << "Введите подстроку и строку\n";  
 kmp->readData(std::cin);  
 } else {  
 std::ifstream fin("test1.txt");  
 kmp->readData(fin);  
 fin.close();  
 }  
 kmp->doAlgoritm();  
 kmp->writeAnswer();  
 std::cout << "Хотите продолжить?(y/n)\n";  
 std::cin >> answ;  
 }  
}  
  
int main() {  
 startProgram();  
 return 0;  
}

Название файла: lab4\_2.cpp

#include <iostream>  
#include <vector>  
#include <fstream>  
class KMP {  
private:  
 std::string B, A;  
 int answer;  
 std::vector<size\_t> prefix;  
public:  
 void readData(std::istream& fin){  
 fin >> A >> B;  
 std::cout << "Для того чтобы определить, является ли А циклическим сдвигом В, воспользуемся алгоритмом поиска подстроки в строке\n";  
 std::cout << "В нашем случае будем искать строку В в модифицированной А строке\n";  
 std::cout << "Модифицируем строку А, сложив ее с собой\n";  
 A = A + A;  
 }  
  
 void writePrefix(bool withP, int n) {  
 if (withP) {  
 std::cout << "Вывод префикс функции\n";  
 for (auto i : B) {  
 std::cout << i << " ";  
 }  
 std::cout << "\n";  
 }  
 for (int i = 0; i < n;i++) {  
 std::cout << prefix[i] << " ";  
 }  
 std::cout << "\n";  
 }  
  
 void writeStepForPorT(int j, int i, bool isP) {  
 std::string temp = B;  
 if (!isP)  
 temp = A;  
 for (int l = 0; l < temp.length(); l++) {  
 if (l == j || l == i)  
 std::cout << "\"" << temp[l] << "\"";  
 else  
 std::cout << temp[l];  
 }  
 std::cout << "\n";  
 }  
  
 void calculatePrefix() {  
 std::cout << "Начинаем подсчет префикс функции\n";  
 std::cout << "i - индекс первого символа для сравнения, j - индекс второго символа для сравнения\n";  
 size\_t n = B.length();  
 prefix = std::vector<size\_t>(n);  
 for (size\_t i = 1; i < n; ++i) {  
 size\_t j = prefix[i - 1];  
 while ((j > 0) && (B[i] != B[j])) {  
 std::cout << "j не равен нулю, и символы не одинаковы\n";  
 std::cout << "Присвоим j значение префикса предыдущего символа, на который указывала j\n";  
 writeStepForPorT(j, i, true);  
 j = prefix[j - 1];  
 std::cout << "j = " << j << "\n";  
 }  
 if (B[i] == B[j]) {  
 std::cout << "Символы одинаковы, смещаем j и i\n";  
 writeStepForPorT(j, i, true);  
 ++j;  
 } else {  
 std::cout << "Символы не одинаковы, смещаем i\n";  
 writeStepForPorT(j, i, true);  
 }  
 prefix[i] = j;  
 writePrefix(false, i + 1);  
 }  
 writePrefix(true, n);  
 }  
  
 void writeVisualisation(int k, int l) {  
 writeStepForPorT(k, k, false);  
 writeStepForPorT(l, l, true);  
 writePrefix(false, prefix.size());  
 }  
 void doAlgoritm() {  
 int k = 0, l = 0;  
 answer = -1;  
 size\_t n = B.length(), m = A.length();  
 if (n != m / 2) {  
 std::cout << "B и A не имеют одинаковую длину\n";  
 return;  
 }  
 calculatePrefix();  
 std::cout << "Определяем, является ли А циклическим сдвигом В\n";  
 std::cout << "k - индекс символа строки А, l - индекс символа строки В\n";  
 while (k < m) {  
 if (A[k] == B[l]) {  
 std::cout << "Символы одинаковы, смещаем k и l\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 k++;  
 l++;  
 if (l == n) {  
 std::cout << "В в модифицированной А найдена!\nИндекс начала строки В в А " << k - l << "\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 answer = k - l;  
 return;  
 }  
 } else if (l == 0) {  
 std::cout << "Символы не одинаковы, l = 0, смещаем k\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 k++;  
 } else {  
 std::cout << "Символы не одинаковы\n";  
 std::cout << "Присваиваем l значение префикса предыдущего символа, на который указывала l\n";  
 writeVisualisation(k, l);  
 l = prefix[l - 1];  
 std::cout << "l = " << l << "\n";  
 }  
 }  
 }  
  
 void writeAnswer() {  
 if (answer == -1) {  
 std::cout << "B не является циклическим сдвигом A\n";  
 } else {  
 std::cout << "B является циклическим сдвигом A\nИндекс начала В в А\n";  
 }  
 std::cout << answer << "\n";  
 }  
};  
  
void startProgram() {  
 char answ = 'y';  
 while (answ == 'y') {  
 std::cout << "Хотите считать данные из файла или ввести самостоятельно?(1/2)\n";  
 std::cin >> answ;  
 KMP \*kmp = new KMP();  
 if (answ == '2') {  
 std::cout << "Введите A и B\n";  
 kmp->readData(std::cin);  
 } else {  
 std::ifstream fin("test2.txt");  
 kmp->readData(fin);  
 fin.close();  
 }  
 kmp->doAlgoritm();  
 kmp->writeAnswer();  
 std::cout << "Хотите продолжить?(y/n)\n";  
 std::cin >> answ;  
 }  
}  
  
int main() {  
 startProgram();  
 return 0;  
}