МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии

Проверка чисел на простоту с помощью свойств чисел Кармайкла

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

студента 4 курса 431 группы

специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Серебрякова Алексея Владимировича

Научный руководитель

доцент, к. п. н. _____ А. С. Гераськин

подпись, дата

Саратов 2021

Описание алгоритма

2. Теорема Кармайкла

Теорема 1 (Кармайкл, 1912). *Пусть n — нечетное составное, тогда:*

1. *если $n \div p^2$, где p — простое, то n — не число Кармайкла;*
2. *если $n = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_k$, где $p_i \neq p_j$ при $i \neq j$, то для того, чтобы n являлось числом Кармайкла необходимо и достаточно, чтобы $(n-1) \div (p_i - 1)$ $(i = \overline{1, k})$;*
3. *если $n = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_k$, где $p_i \neq p_j$ при $i \neq j$ и n — число Кармайкла, то $k \geq 3$.*

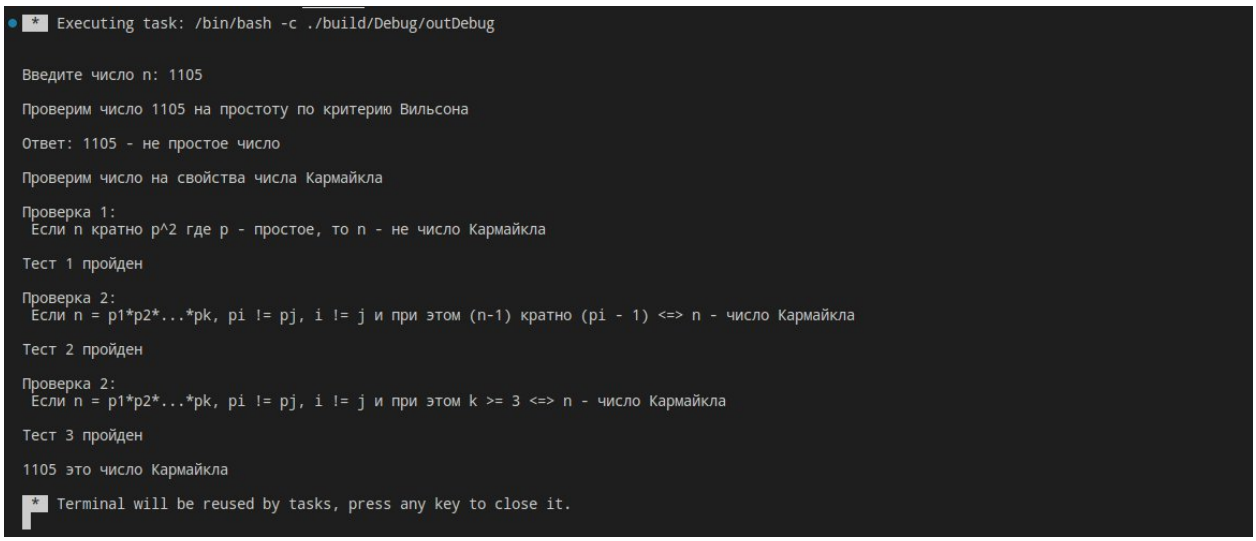
Код программы

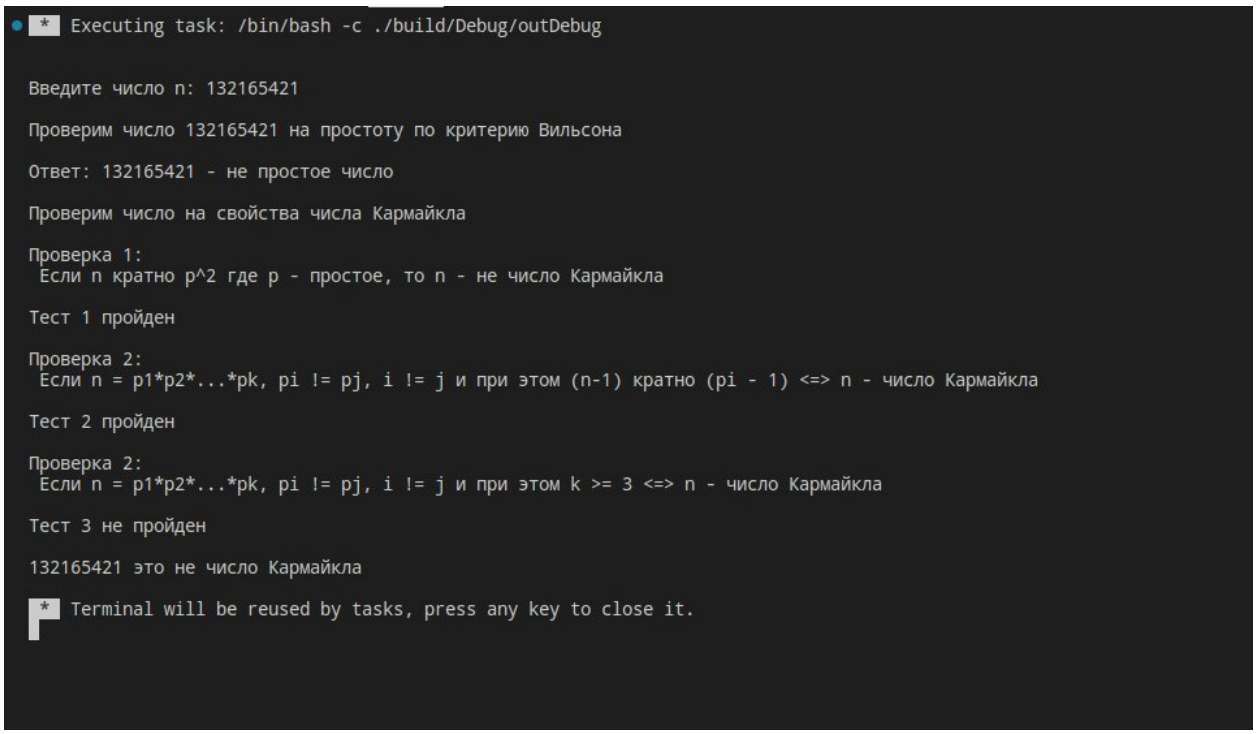
```
#include <bits/stdc++.h>
#include <iostream>

using namespace std;

int validated_input()
{
   int s = 0;
   while (!(cin >> s))
   {
      cin.clear();
      cin.ignore(numeric_limits<streamsize>::max(), '\n');
      printf("! Неверный ввод. Повторите ввод, начиная с первого неверного элемента.\n");
   }

   return s;
}

int factmod(int n, int p)
{
   // printf("\nПроверка теоремы Вильсона для нашего случая:\n    %d! + 1 (mod %d)\n    ", n, p);
   int res = 1;
   while (n > 1)
   {
      res = (res * ((n / p) % 2 ? p - 1 : 1)) % p;
      for (int i = 2; i <= n % p; ++i)
         res = (res * i) % p;
      n /= p;
   }
   // printf("(p-1)! (mod p) = %d! (mod %d)\n", res % p, p);

   return res % p;
}

bool test(int p)
{

   bool res = (factmod(p - 1, p) + 1) % p == 0;

   return res;
}

bool sv1(int n)
{
```

```
    bool res(true);
    bool tst;

    printf("\nПроверка 1:\n Если n кратно p^2 где p - простое, то n - не число Кармайкла\n");

    for (int i = 2; i * i < n; i++){

        test(i) ? tst = true : tst = false;

        if (n % (i * i) == 0 && tst){
            res = false;
            printf("[%d]", i);
        }
    }


    printf(res ? "\nТест 1 пройден\n" : "\nТест 1 не пройден\n");

    return res;
}

bool sv2(int n)
{
    printf("\nПроверка 2:\n Если n = p1*p2*...*pk, pi != pj, i != j и при этом (n-1) кратно (pi - 1) <=> n - число
Кармайкла\n");
    vector<int> v;
    bool res(true);
    int del(2);

    while (n > 1)
    {
        if (n % del == 0)
        {
            v.push_back(del);

            while (n % del == 0)
                n /= del;
        }

        del++;
    }

    for (auto e : v)
    {
        if ((n - 1) % (e - 1) != 0)
            res = false;
    }

    printf(res ? "\nТест 2 пройден\n" : "\nТест 2 не пройден\n");
    return res;
}

bool sv3(int n)
{
    printf("\nПроверка 2:\n Если n = p1*p2*...*pk, pi != pj, i != j и при этом k >= 3 <=> n - число Кармайкла\n");
    vector<int> v;
    int del(2);

    while (n > 1)
```

```
    {
        if (n % del == 0)
        {
            v.push_back(del);

            while (n % del == 0)
                n /= del;
        }

        del++;
    }

    printf(v.size() >= 3 ? "\nТест 3 пройден\n" : "\nТест 3 не пройден\n");
    return v.size() >= 3;
}

int main()
{
    setlocale(0, "");
    int n, ntmp;

    printf("\nВведите число n: ");
    n = validated_input();
    ntmp = n;

    printf("\nПроверим число %d на простоту по критерию Вильсона\n", n);

    (test(n)) ?
        printf("\nОтвет: %d - простое число\n", ntmp) :
        printf("\nОтвет: %d - не простое число\n", ntmp);

    printf("\nПроверим число на свойства числа Кармайкла\n");

    if (n % 2 == 0)
    {
        printf("\nЧисло четное - выполнить тест не удастся\n");
        return 0;
    }

    bool t1(sv1(n)), t2(sv2(n)), t3(sv3(n));

    (t1 && t2 && t3) ? printf("\n%d это число Кармайкла\n\n", n) : printf("\n%d это не число Кармайкла\n\n", n);

    return 0;
}
```

Пример запуска программы


* Executing task: /bin/bash -c ./build/Debug/outDebug
Введите число n: 1105
Проверим число 1105 на простоту по критерию Вильсона
Ответ: 1105 - не простое число
Проверим число на свойства числа Кармайкла
Проверка 1:
Если n кратно p^2 где p - простое, то n - не число Кармайкла
Тест 1 пройден
Проверка 2:
Если n = p1*p2*...*pk, pi != pj, i != j и при этом (n-1) кратно (pi - 1) <=> n - число Кармайкла
Тест 2 пройден
Проверка 2:
Если n = p1*p2*...*pk, pi != pj, i != j и при этом k >= 3 <=> n - число Кармайкла
Тест 3 пройден
1105 это число Кармайкла
* Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.


* Executing task: /bin/bash -c ./build/Debug/outDebug
Введите число n: 132165421
Проверим число 132165421 на простоту по критерию Вильсона
Ответ: 132165421 - не простое число
Проверим число на свойства числа Кармайкла
Проверка 1:
Если n кратно p^2 где p - простое, то n - не число Кармайкла
Тест 1 пройден
Проверка 2:
Если n = p1*p2*...*pk, pi != pj, i != j и при этом (n-1) кратно (pi - 1) <=> n - число Кармайкла
Тест 2 пройден
Проверка 2:
Если n = p1*p2*...*pk, pi != pj, i != j и при этом k >= 3 <=> n - число Кармайкла
Тест 3 не пройден
132165421 это не число Кармайкла
* Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.