РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теориии вероятностей

Лабораторная работа №4.

Студент: Ухарова Софья

Группа: НПМмд-02-22

Москва 2022

Цель работы

Освоить на практике вычисление наибольшего делителя разными способами

Задание

1. Реализовать вычисление НОД алгоритмом Евклида
2. Реализовать вычисление НОД бинарным алгоритмом Евклида
3. Реализовать вычисление НОД расширенным алгоритмом Евклида
4. Реализовать вычисление НОД расширенным бинарным алгоритмом Евклида

Выполнение лабораторной работы

Написала код для вычисление НОД алгоритмом Евклида

```cpp
#ifndef LAB04_GCDHELDER_H
#define LAB04_GCDHELDER_H

#include <stdexcept>

class GCDHelder {
public:
    // bear in mind that user might use int32_t, int64_t, uint, char, etc...
    template<typename T>
    static void eucClassic(const T& arg1, const T& arg2, T& gcd){
        check_args(arg1, arg2);

        T a, b;
        find_init_values(arg1, arg2, a, b);

        auto r0 = a, r1 = b;
        gcd = b;
        while (true){
            gcd = r0 % r1;
            if (gcd == 0){
                break;
            }
            r0 = r1;
            r1 = gcd;
        }
    }
```

{ #fig:001 width=70% }

Реализовал вычисление НОД бинарным алгоритмом Евклида

```cpp
template<typename T>
static void eucBinary(const T& arg1, const T& arg2, T& gcd){
    check_args(arg1, arg2);
    T a, b;
    find_init_values(arg1, arg2, a, b);
    T g = 1;
    while ( a % 2 == 0 && b % 2 == 0 ){
        a /= 2;
        b /= 2;
        g *= 2;
    }
    T u = a, v = b;
    while (u != 0){
        while (u % 2 == 0){
            u /= 2;
        }
        while (v % 2 == 0){
            v /= 2;
        }

        if (u >= v){
            u -= v;
        }
        else{
            v -= u;
        }
    }
    gcd = g * v;
}
```

{
#fig:002 width=70% }

Реализовать вычисление НОД расширенным алгоритмом Евклида

```cpp
template<typename T>
static std::pair<T, T> eucExpanded(const T& arg1, const T& arg2, T& gcd){
    check_args(arg1, arg2);
    T a, b;
    find_init_values(arg1, arg2, a, b);
    auto r0 = a, r1 = b;
    T x0 = 1, x1 = 0, y0 = 0, y1 = 1;
    gcd = b;

    while (true){
        T q;
        gcd = r0 % r1;
        if (gcd == 0){
            std::pair<T, T> res{x1, y1};
            return res;
        }
        r0 = r1;
        r1 = gcd;
        q = r0 / r1;
        T tmpX = x1, tmpY = y1;
        x1 = x0 - q * x1;
        y1 = y0 - q * y1;
        x0 = tmpX;
        y0 = tmpY;
    }
}
```

{ #fig:003 width=70% }

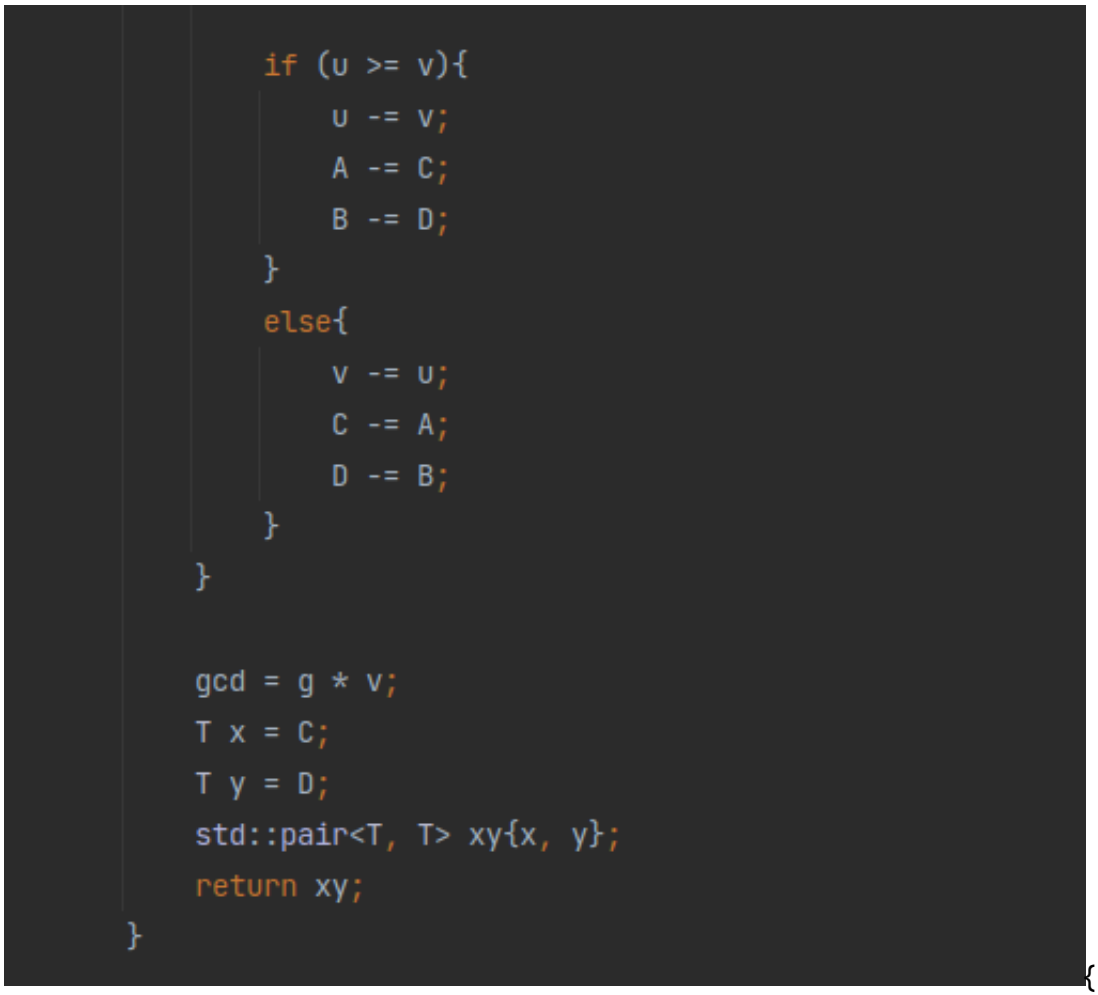
Реализовать вычисление НОД расширенным бинарным алгоритмом Евклида

```cpp
template<typename T>
static std::pair<T, T> eucBinaryExpanded(const T& arg1, const T& arg2, T& gcd){
    check_args(arg1, arg2);
    T a, b;
    find_init_values(arg1, arg2, a, b);
    T g = 1;
    while ( a % 2 == 0 && b % 2 == 0 ){
        a /= 2;
        b /= 2;
        g *= 2;
    }

    T u = a, v = b;
    T A = 1, B = 0, C = 0, D = 1;
    while (u != 0){
        while (u % 2 == 0){
            u /= 2;
            if (A % 2 == 0 && B % 2 == 0){
                A /= 2;
                B /= 2;
            }
            else{
                A = (A + b) / 2;
                B = (B - a) / 2;
            }
        }
        while (v % 2 == 0){
            v /= 2;
            if (C % 2 == 0 && D % 2 == 0){
                C /= 2;
                D /= 2;
            }
            else{
                C = (C + b) / 2;
                D = (D - a) / 2;
            }
        }
```

{ #fig:004 width=70% }

```
            if (u >= v){
                u -= v;
                A -= C;
                B -= D;
            }
            else{
                v -= u;
                C -= A;
                D -= B;
            }
        }

        gcd = g * v;
        T x = C;
        T y = D;
        std::pair<T, T> xy{x, y};
        return xy;
    }
```
 { #fig:005 width=70% }

Написала вспомогательные функции, которые определены приватными.

![вспомогательные функции](

```
private:
    template<typename T>
    static void check_args(const T& arg1, const T& arg2){
        if (arg1 < 0 | arg2 < 0){
            auto error = "a is: " + std::to_string(arg1) + ", and b is: " + std::to_string(arg2) +
                         + ", but only values >= 0 are accepted";
            throw std::invalid_argument( error );
        }
    }

    template<typename T>
    static void find_init_values(const T& arg1, const T& arg2, T& a, T& b){
        if (arg1 >= arg2){
            a = arg1;
            b = arg2;
        }
        else{
            a = arg2;
            b = arg1;
        }
    }
};


#endif //LAB04_GCDHELDER_H
```

{ #fig:006 width=70% }

Написала main.cpp файл, в котором есть тесты реализованных функций.

![main.cpp файл](

```cpp
#include <iostream>
#include "include/GCDHelder.h"

int main() {
    // TODO: Check the validity of the encrypted messages
    int a, b, gcd;
    a = 105;
    b = 154;

    GCDHelder::eucClassic(a, b, &gcd);
    std::cout << gcd << std::endl;
    GCDHelder::eucBinary(a, b, &gcd);
    std::cout << gcd << std::endl;
    GCDHelder::eucExpanded(a, b, &gcd);
    std::cout << gcd << std::endl;
    GCDHelder::eucBinaryExpanded(a, b, &gcd);
    std::cout << gcd << std::endl;


    return 0;
}
```

{
#fig:007 width=70% }

Результаты тестов.

![Результаты тестов](

```
/home/pi/education/pfur_masters/matOsnovyInfBez/labs/lab04/cmake-build-debug/main
0
7
0
7

Process finished with exit code 0
```

{ #fig:008 width=70% }

Выводы

Освоила на практике вычисление наибольшего делителя разными способами