МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

**«Челябинский государственный университет»**

**(ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)**

Математический факультет

Кафедра вычислительной математики

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

Автоматизация сохранения и исследования результатов одного вычислительного эксперимента

Выполнил студент Русин Владислав Сергеевич

Группы МП-203

очной формы обучения

направления подготовки (специальности)

01.03.02 Прикладная математика и информатика \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022г.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Научный руководитель  Овчинников Михаил Алексеевич  Должность доцент  Ученая степень канд. физ.-мат. наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022г. |

Челябинск

2022

Содержание

Введение3

1. Число золотого сечения4

* 1. Некоторые свойства числа золотого сечения4
  2. Арифметика чисел, порождаемых числом золотого сечения5

2. Численный эксперимент6

2.1. Исходные матрицы и алгоритм6

2.2. Программа эксперимента7

2.2.1. Внешний вид вывода программы7

2.2.2. Частичный разбор кода программы8

2.3. Анализ полученных результатов12

Список литературы13

Приложение14

**Введение**

Основой для этой работы служит численный эксперимент по накоплению результатов применения некоторого алгоритма. Цель эксперимента заключатся в нахождении принципа, по которому строится множество матриц, получаемых в результате перемножений некоторых исходных матриц. Группа исходных матриц является примером ТКТП (топологическая квантовая теория поля, разработанная британским математиком Майклом Атья).

Прежде, чем описать алгоритм и устройство исходных матриц, введём понятие числа золотого сечения, которое играет существенную роль в эксперименте.

1. **Число золотого сечения**

Золотое сечение – это такое соотношение двух величин, при котором отношение большей величины к меньшей равно отношению суммы этих величин к большей, т. е. . Принимая за неизвестное , получим уравнение или

(1)

Числом золотого сечения называется иррациональное число , являющееся положительным корнем уравнения (1), приблизительно равное 1,618.

* 1. **Некоторые свойства числа золотого сечения**
* Из квадратного уравнения (1) следует, что или

(2)

* Число представимо в виде цепной дроби:

(3)

Это единственная цепная дробь, содержащая только единицы. Она получается записью квадратного уравнения (1) в виде  с последующей заменой в правой части уравнения на его значение . Таким образом, получим . Продолжая применять к правой части уравнения замену , получим бесконечную цепную дробь (3).

* Число представимо в виде бесконечной цепочки квадратных уравнений:

(4)

Эта запись получается при поиске квадратного корня уравнения (1) с последующей заменой в правой части уравнения на его значение (т. е. аналогично способу, используемому для представления в виде бесконечной цепной дроби (3)):

* 1. **Арифметика чисел, порождаемых числом золотого сечения**

Самой известной последовательностью чисел, порождаемых числом , являются числа Фибоначчи (обозначим эту последовательность как ), названные так в честь математика XII–XIII веков Леонардо Пизанского (известного как Фибоначчи). Числа в последовательности образуются по следующему правилу: пусть , и каждое последующее число равно сумме двух предшествующих ему чисел, т. е. , где   
.

Первые члены последовательности Фибоначчи: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, …

Интересно вот что: отношение любого члена последовательности к члену является приближённым значением числа , причём тем приближение будет точнее, чем больше будет n. Так, , ,   
, , … Таким образом, .

1. **Численный эксперимент**
   1. **Исходные матрицы и алгоритм**

Есть группа из 20 исходных матриц порядка 3. Эта группа делится на две подгруппы: ; т. е. имеются матрицы, пронумерованные как . Элементами матриц являются суммы рациональных чисел и рациональных чисел, умноженных на (каждое рациональное число может быть целым или полуцелым). Такая запись матриц не очень удобна, поэтому каждую матрицу или будем представлять в виде пары матриц или соответственно, элементами которых будут обычные рациональные числа. Элементами первой матрицы пары являются коэффициенты перед в соответствующих элементах исходной матрицы, а элементами второй – соответствующие оставшиеся числа.

Также имеется формула, по которой пары перемножаются:

(5)

здесь и представляют матрицы пары под номером , и представляют матрицы пары под номером , где . Из свойства (2) числа золотого сечения следует:

(6)

В результате перемножения пар по этой формуле получается новая пара матриц, ( задаёт первую матрицу, – вторую.

Примечательно то, что при перемножении по формуле двух пар одной подгруппы под номерами результатом будет являться пара матриц той же подгруппы под номером ( – взятие остатка от деления). Например, при перемножении по формуле (5) пар , и , получим пару , , а при перемножении пар , и , получим , .

Отметим, что матрицы в исходных парах под номером 0 являются по сути единичными матрицами, и результатом умножения на них пары под номером будет та же пара под номером , поэтому для дальнейших вычислений пары под номером 0 применяться не будут.

Обозначим результат перемножения по формуле (5) исходных матриц и как . Назовём это «словом» длины 2 из «букв» и . Тогда результатом перемножения и будет . Это слово длины 3 из букв , и . Возьмём за правило, что при составлении слов длины n буквами на нечётных позициях будут исходные матрицы , а на чётных – исходные матрицы .

Численный эксперимент заключается в накоплении результатов алгоритма поиска соотношений в группе всех слов длины от 2 до n (в данной работе n=5), т. е. поиска разных слов, обозначающих одинаковые матрицы.

* 1. **Программа эксперимента**

Как было сказано выше, элементами исходных матриц являются рациональные числа и рациональные числа, умноженные на , причём каждое рациональное число может быть целым или полуцелым. Из-за полуцелых чисел результаты вычислений получаются более громоздкими, чем могли бы быть, будь все числа целыми, поэтому использоваться будут удвоенные исходные матрицы, лишённые полуцелых чисел. Однако в результате перемножений по формуле (5) такие удвоенные матрицы удваиваются снова, становясь уже учетверёнными, поэтому все элементы матриц, получаемых по формуле, должны быть поделены на 2, чтобы они снова стали удвоенными.

Также нужно отметить, что в программе исходные матрицы представляются исключительно в виде пар матриц. Буквы в словах также представлены как пары, причём между ними стоит разделитель – знак "" (к примеру, слово записывается как ).

**2.2.1. Внешний вид вывода программы**

Результатом работы программы являются два текстовых файла. В одном содержатся пары матриц, полученные по формуле, в виде:

*Название пары :*

*{*

*[Строка 1 матрицы 1] [Строка 1 матрицы 2]*

*[Строка 2 матрицы 1] [Строка 2 матрицы 2]*

*[Строка 3 матрицы 1] [Строка 3 матрицы 2]*

*};*

Элементы в строках разделяются запятыми (название файла: matrices.txt). В другом файле – записи об одинаковых парах в виде:

*Название пары 1 - копия Название пары 2*

(название файла: knownDuplicates.txt).

Для каждой пары название – это слово её обозначающее. Программа вычисляет пары матриц и ищет среди них совпадающие для всех слов длины 2–5, т. е. всего в файл matrices.txt будет занесено записей о парах матриц.

**2.2.2. Частичный разбор кода программы**

В программе постоянно повторяются следующие три шага:

1. вычисление очередной пары матриц по формуле (5);
2. запись полученной пары в файл matrices.txt;
3. поиск среди предыдущих вычисленных пар такой, которая будет одинаковой с последней. При нахождении одной такой пары поиск прекращается, а в файл knownDuplicates.txt заносится запись о найденном совпадении.

Для реализации этих шагов в программе есть три соответствующие функции:

1. calculate\_by\_formula;
2. print\_to\_file;
3. search\_for\_duplicate.

Рассмотрим эти функции подробнее, начиная с calculate\_by\_formula:

* Возвращаемый тип: ***void***
* Список параметров: \*a, \*b, \*c, \*d (указатели типа ***const*** vector<vector<**int**>>\*), \*result1, \*result2 (указатели типа vector<vector<**int**>>\*)

Тип vector<vector<**int**>> представляет матрицу. \*a, \*b, \*c, \*d – указатели на матрицы, \*a, \*b – первая пара, \*c, \*d – вторая пара.

Функция представляет собой реализацию формулы (6). Сначала сохраняются результаты обычного матричного перемножения нужных матриц:

vector<vector<int>> ac = multiply(a, c);

vector<vector<int>> ad = multiply(a, d);

vector<vector<int>> bc = multiply(b, c);

vector<vector<int>> bd = multiply(b, d);

Затем составляются необходимые суммы матриц, которые записываются в \*result1 и \*result2:

\*result1 = add(&ac, &ad, &bc);

\*result2 = add(&ac, &bd);

Как было замечено ранее, по формуле получаются удвоенные матрицы, поэтому не забываем делить результаты на 2:

divide\_by\_2(result1);

divide\_by\_2(result2);

Полученная в результате вычислений пара матриц записана в   
\*result1, \*result2, причём т. к. это указатели, то результат вычислений доступен по адресам, на которые эти указатели указывают, после завершения работы функции, что позволяет передать получившиеся матрицы назад, в функцию, из которой вызывалась calculate\_by\_formula, и оттуда вызвать следующую функцию – print\_to\_file:

* Возвращаемый тип: ***void***
* Список параметров: fstream \*matrices, string pairHeader, \*res1, \*res2 (указатели типа **const** vector<vector<**int**>>\*)

\*matrices - ссылка на поток для чтения/редактирования файла matrices.txt; pairHeader - название, которым будет обозначена пара, записываемая в файл; \*res1, \*res2 - указатели на пару матриц, которую необходимо записать в файл.

Прежде всего, конец файла устанавливается как позиция, с которой начинается запись в файл:

(\*matrices).clear();

(\*matrices).seekp(0, ios::end);

Затем в файл заносится запись, оформленная так, как было описано в   
пункте **2.2.1.**:

*(\*matrices) << multiplicationName << "****\n****{" << endl;*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

*{*

*(\*matrices) << "****\t****[ ";*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*(\*matrices) << setw(numWidth) << (\*res1)[i][j] << (j < 2 ? ", " : " ]****\t****");*

*(\*matrices) << "****\t****[ ";*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*(\*matrices) << setw(numWidth) << (\*res2)[i][j] << (j < 2 ? ", " : " ]****\n****");*

*}*

*(\*matrices) << "};" << endl << endl;*

Это конец функции print\_to\_file. Управление далее передаётся в функцию search\_for\_duplicate:

* Возвращаемый тип: **void**
* Список параметров: *string pairHeader, fstream \*matrices, ofstream \*knownDuplicates,* \*res1, \*res2 (указатели типа **const** vector<vector<**int**>>\*)

*\*knownDuplicates* – ссылка на поток для записи в файл knownDuplicates.txt; \*res1, \*res2, pairHeader и \*matrices те же, что и для функции print\_to\_file.

Сначала создаём переменные, в которые будем впоследствии записывать название и матрицы каждой пары, с которой будет сравниваться пара \*res1, \*res2:

*string comparedPairHeader;*

*vector<vector<****int****>> comparedM1(N, vector<****int****>(N));*

*vector<vector<****int****>> comparedM2(N, vector<****int****>(N));*

Создаём переменную типа ***bool***, в которую будет записываться результат сравнения с каждой отдельной парой:

***bool*** *isDuplicate;*

Устанавливаем начало файла matrices.txt в качестве точки, с которой начнётся считывание пар:

*(\*matrices).clear();*

*(\*matrices).seekg(0, ios::beg);*

В цикле ***while*** считываются пары матриц и проводится сравнение. Записываем название каждой пары в переменную comparedPairHeader. Поиск совпадений прекратится, если в comparedPairHeader будет записано название пары, для которой совпадения ищутся:

***while*** *(getline((\*matrices), comparedPairHeader) && comparedPairHeader != pairHeader)*

Очередной шаг цикла начинаем с установки значения isDuplicate (изначально считаем, что рассматриваемая на данном шаге цикла пара является идентичной паре, для которой таковые ищутся) и считывания пары из файла matrices.txt:

isDuplicate = true;

read\_pair(matrices, &comparedM1, &comparedM2);

Сравниваем пары и, если хотя бы один элемент с индексом i, j хотя бы одной матрицы из пары отличается от элемента с теми же индексами соответствующей матрицы другой пары, прекращаем сопоставление этих пар и переходим к следующему шагу цикла **while**:

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

*{*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*{*

***if*** *((\*res1)[i][j] != comparedM1[i][j] ||*

*(\*res2)[i][j] != comparedM2[i][j])*

*{*

*isDuplicate = false;*

***break****;*

*}*

*}*

***if*** *(!isDuplicate)*

***break****;*

*}*

Если же пара, рассматриваемая на текущем шаге цикла **while**, оказывается такой же, как пара с названием pairHeader, то в файле knownDuplicates.txt делается пометка об обнаруженном совпадении, и поиск прекращается:

***if*** *(isDuplicate)*

*{*

*(\*knownDuplicates) << pairHeader.substr(0, pairHeader.length() - 2) << " - копия "*

*<< comparedPairHeader.substr(0, comparedPairHeader.length() - 2) << endl*

*<< endl;*

***break****;*

*}*

На этом заканчивается работа функции search\_for\_duplicate. Дальше программа либо начнёт выполнять все три шага заново, либо, если последняя обработанная пара матриц называлась , завершится.

* 1. **Анализ полученных результатов**

После завершения работы программы файл knownDuplicates.txt содержит 43500 записей о совпадениях, т. е. из 66420 пар матриц 43500 являются копиями оставшихся 22920.

# **Список литературы**

1. Воробьев Н. Н. Числа Фибоначчи. - 5-е изд. - М.: Наука, 1984. - ([Популярные лекции по математике](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BF%D0%BE_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5)) - 144 с.
2. Бендукидзе А. Д. Золотое сечение // Квант. - 1973. - №8. - С. 22–27.
3. Аракелян Г. Математика и История золотого сечения / Г.Аракелян. – М.: Логос, 2014. – 404 с
4. Золотое сечение // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Золотое\_сечение (дата обращения: 18.05.2022).
5. Числа Фибоначчи // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Числа\_Фибоначчи (дата обращения: 19.05.2022).

# **Приложение**

*#include <iostream>*

*#include <vector>*

*#include <fstream>*

*#include <iomanip>*

*#include <string>*

***using******namespace*** *std;*

***const******int*** *N = 3;*

***const******int*** *numWidth = 7;*

***const*** *vector<pair<vector<vector<****int****>>, vector<vector<****int****>>>> AB =*

*{*

*{*

*{{-1, 1, 1}, {-1, -1, -1}, {-2, 0, 0}}, // A1*

*{{1, -1, -1}, {-2, 2, 0}, {1, -1, 1}} // B1*

*},*

*{*

*{{-1, 1, 1}, {2, -2, -2}, {-1, 1, 1}}, // A2*

*{{0, -2, -2}, {-1, 3, 1}, {3, -3, -1}} // B2*

*},*

*{*

*{{1, 1, 1}, {2, -2, -2}, {-1, 3, 3}}, // A3*

*{{0, -2, -2}, {-1, 5, 3}, {3, -5, -3}} // B3*

*},*

*{*

*{{1, 1, 1}, {-1, -3, -3}, {-2, 4, 4}}, // A4*

*{{-1, -1, -1}, {-2, 6, 4}, {1, -7, -5}} // B4*

*},*

*{*

*{{0, 0, 0}, {0, -4, -4}, {0, 4, 4}}, // A5*

*{{-2, 0, 0}, {0, 6, 4}, {0, -8, -6}} // B5*

*},*

*{*

*{{1, -1, -1}, {1, -3, -3}, {2, 4, 4}}, // A6*

*{{-1, 1, 1}, {2, 6, 4}, {-1, -7, -5}} // B6*

*},*

*{*

*{{1, -1, -1}, {-2, -2, -2}, {1, 3, 3}}, // A7*

*{{0, 2, 2}, {1, 5, 3}, {-3, -5, -3}} // B7*

*},*

*{*

*{{-1, -1, -1}, {-2, -2, -2}, {1, 1, 1}}, // A8*

*{{0, 2, 2}, {1, 3, 1}, {-3, -3, -1}} // B8*

*},*

*{*

*{{-1, -1, -1}, {1, -1, -1}, {2, 0, 0}}, // A9*

*{{1, 1, 1}, {2, 2, 0}, {-1, -1, 1}} // B9*

*}/\*,*

*{*

*{{0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}}, // A0*

*{{2, 0, 0}, {0, 2, 0}, {0, 0, 2}} // B0*

*}\*/*

*};*

***const*** *vector<pair<vector<vector<****int****>>, vector<vector<****int****>>>> FG =*

*{*

*{*

*{{-1, 1, -1}, {-1, -1, 1}, {2, 0, 0}}, // F1*

*{{1, -1, 1}, {-2, 2, 0}, {-1, 1, 1}} // G1*

*},*

*{*

*{{-1, 1, -1}, {2, -2, 2}, {1, -1, 1}}, // F2*

*{{0, -2, 2}, {-1, 3, -1}, {-3, 3, -1}} // G2*

*},*

*{*

*{{1, 1, -1}, {2, -2, 2}, {1, -3, 3}}, // F3*

*{{0, -2, 2}, {-1, 5, -3}, {-3, 5, -3}} // G3*

*},*

*{*

*{{1, 1, -1}, {-1, -3, 3}, {2, -4, 4}}, // F4*

*{{-1, -1, 1}, {-2, 6, -4}, {-1, 7, -5}} // G4*

*},*

*{*

*{{0, 0, 0}, {0, -4, 4}, {0, -4, 4}}, // F5*

*{{-2, 0, 0}, {0, 6, -4}, {0, 8, -6}} // G5*

*},*

*{*

*{{1, -1, 1}, {1, -3, 3}, {-2, -4, 4}}, // F6*

*{{-1, 1, -1}, {2, 6, -4}, {1, 7, -5}} // G6*

*},*

*{*

*{{1, -1, 1}, {-2, -2, 2}, {-1, -3, 3}}, // F7*

*{{0, 2, -2}, {1, 5, -3}, {3, 5, -3}} // G7*

*},*

*{*

*{{-1, -1, 1}, {-2, -2, 2}, {-1, -1, 1}}, // F8*

*{{0, 2, -2}, {1, 3, -1}, {3, 3, -1}} // G8*

*},*

*{*

*{{-1, -1, 1}, {1, -1, 1}, {-2, 0, 0}}, // F9*

*{{1, 1, -1}, {2, 2, 0}, {1, 1, 1}} // G9*

*}/\*,*

*{*

*{{0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}}, // F0*

*{{2, 0, 0}, {0, 2, 0}, {0, 0, 2}} // G0*

*}\*/*

*};*

*vector<vector<****int****>> multiply(****const*** *vector<vector<****int****>> \*a,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*b)*

*{*

*vector<vector<****int****>> result(N, vector<****int****>(N, 0));*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

*{*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*{*

***int*** *sum = 0;*

***for*** *(****int*** *k = 0; k < N; k++)*

*sum += (\*a)[i][k] \* (\*b)[k][j];*

*result[i][j] = sum;*

*}*

*}*

***return*** *result;*

*}*

*vector<vector<****int****>> add(****const*** *vector<vector<****int****>> \*a,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*b)*

*{*

*vector<vector<****int****>> result(N, vector<****int****>(N, 0));*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*result[i][j] = (\*a)[i][j] + (\*b)[i][j];*

***return*** *result;*

*}*

*vector<vector<****int****>> add(****const*** *vector<vector<****int****>> \*a,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*b,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*c)*

*{*

*vector<vector<****int****>> result(N, vector<****int****>(N, 0));*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*result[i][j] = (\*a)[i][j] + (\*b)[i][j] + (\*c)[i][j];*

***return*** *result;*

*}*

***void*** *divide\_by\_2(vector<vector<****int****>> \*a)*

*{*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*(\*a)[i][j] /= 2;*

*}*

***void*** *calculate\_by\_formula(****const*** *vector<vector<****int****>> \*a,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*b,*

***const*** *vector<vector<****int****>> \*c,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*d,*

*vector<vector<****int****>> \*result1, vector<vector<****int****>> \*result2)*

*{*

*vector<vector<****int****>> ac = multiply(a, c);*

*vector<vector<****int****>> ad = multiply(a, d);*

*vector<vector<****int****>> bc = multiply(b, c);*

*vector<vector<****int****>> bd = multiply(b, d);*

*\*result1 = add(&ac, &ad, &bc);*

*\*result2 = add(&ac, &bd);*

*divide\_by\_2(result1);*

*divide\_by\_2(result2);*

*}*

***void*** *print\_to\_file(fstream \*matrices, string pairHeader,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*res1,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*res2)*

*{*

*(\*matrices).clear();*

*(\*matrices).seekp(0, ios::end);*

*(\*matrices) << pairHeader << "****\n****{" << endl;*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

*{*

*(\*matrices) << "****\t****[ ";*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*(\*matrices) << setw(numWidth) << (\*res1)[i][j] << (j < 2 ? ", " : " ]****\t****");*

*(\*matrices) << "****\t****[ ";*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*(\*matrices) << setw(numWidth) << (\*res2)[i][j] << (j < 2 ? ", " : " ]****\n****");*

*}*

*(\*matrices) << "};" << endl << endl;*

*}*

***void*** *read\_pair(fstream \*matrices, vector<vector<****int****>> \*readTo1, vector<vector<****int****>> \*readTo2)*

*{*

*string line;*

*getline((\*matrices), line); // считать строку с открывающей скобкой '{'*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

*{*

*getline((\*matrices), line);*

*line = line.substr(3, line.length());*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*{*

*(\*readTo1)[i][j] = stoi(line.substr(0, numWidth));*

*line = line.substr(numWidth + 2, line.length());*

*}*

*line = line.substr(4, line.length());*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*{*

*(\*readTo2)[i][j] = stoi(line.substr(0, numWidth));*

*line = line.substr(numWidth + 2, line.length());*

*}*

*}*

*getline((\*matrices), line); // считать строку с закрывающей скобкой "};"*

*getline((\*matrices), line); // считать пустую строку*

*}*

***void*** *search\_for\_duplicate(string pairHeader, fstream \*matrices, ofstream \*knownDuplicates,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*res1,* ***const*** *vector<vector<****int****>> \*res2)*

*{*

*string comparedPairHeader;*

*vector<vector<****int****>> comparedM1(N, vector<****int****>(N));*

*vector<vector<****int****>> comparedM2(N, vector<****int****>(N));*

***bool*** *isDuplicate;*

*(\*matrices).clear();*

*(\*matrices).seekg(0, ios::beg);*

***while*** *(getline((\*matrices), comparedPairHeader) && comparedPairHeader != pairHeader)*

*{*

*isDuplicate = true;*

*read\_pair(matrices, &comparedM1, &comparedM2);*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < N; i++)*

*{*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < N; j++)*

*{*

***if*** *((\*res1)[i][j] != comparedM1[i][j] ||*

*(\*res2)[i][j] != comparedM2[i][j])*

*{*

*isDuplicate = false;*

***break****;*

*}*

*}*

***if*** *(!isDuplicate)*

***break****;*

*}*

***if*** *(isDuplicate)*

*{*

*(\*knownDuplicates) << pairHeader.substr(0, pairHeader.length() - 2) << " - копия "*

*<< comparedPairHeader.substr(0, comparedPairHeader.length() - 2) << endl*

*<< endl;*

***break****;*

*}*

*}*

*}*

***void*** *operate\_on\_length\_two(fstream \*matrices, ofstream \*knownDuplicates)*

*{*

*vector<vector<****int****>> a;*

*vector<vector<****int****>> b;*

*vector<vector<****int****>> f;*

*vector<vector<****int****>> g;*

*vector<vector<****int****>> res1, res2;*

*string pairHeader;*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < 9; i++)*

*{*

*a = AB[i].first;*

*b = AB[i].second;*

***for*** *(****int*** *j = 0; j < 9; j++)*

*{*

*f = FG[j].first;*

*g = FG[j].second;*

*pairHeader = "A" + to\_string(i + 1) + ", B" + to\_string(i + 1) +*

*" x F" + to\_string(j + 1) + ", G" + to\_string(j + 1) + " :";*

*calculate\_by\_formula(&a, &b, &f, &g, &res1, &res2);*

*print\_to\_file(matrices, pairHeader, &res1, &res2);*

*search\_for\_duplicate(pairHeader, matrices, knownDuplicates, &res1, &res2);*

*}*

*}*

*}*

***int*** *main()*

*{*

*fstream matrices("matrices.txt", ios::in | ios::out | ios::trunc | ios::binary);*

*ofstream knownDuplicates("knownDuplicates.txt", ios::trunc);*

*matrices << setfill(' ');*

*streampos readBegin = matrices.tellg();*

*streampos nextReadBegin = matrices.tellg();*

*streampos currentGetterPosition = matrices.tellg();*

*string pairName;*

*string basicMultiplierHeader;*

*string currentMultiplierHeader;*

***const*** *vector<pair<vector<vector<****int****>>, vector<vector<****int****>>>> \*basicMultiplier;*

*vector<vector<****int****>> m1(N, vector<****int****>(N));*

*vector<vector<****int****>> m2(N, vector<****int****>(N));*

*vector<vector<****int****>> res1, res2;*

***for*** *(****int*** *l = 2; l <= 4; l++)*

*{*

***if*** *(l == 2)*

*{*

*operate\_on\_length\_two(&matrices, &knownDuplicates);*

*}*

***else***

*{*

***if*** *(l % 2 == 1)*

*{*

*//указатель на AB*

*basicMultiplier = &AB;*

*basicMultiplierHeader = " x A, B :";*

*}*

***else***

*{*

*//указатель на FG*

*basicMultiplier = &FG;*

*basicMultiplierHeader = " x F, G :";*

*}*

*//матрицы начинают считываться с readBegin*

*//пока не дойдём до nextReadBegin (не включая nextReadBegin)*

*matrices.clear();*

*matrices.seekg(readBegin);*

***while*** *(currentGetterPosition != nextReadBegin && getline(matrices, pairName))*

*{*

*pairName = pairName.substr(0, pairName.length() - 2);*

*read\_pair(&matrices, &m1, &m2);*

*// записали ссылку на текущую строку в переменную (currentGetterPosition)*

*currentGetterPosition = matrices.tellg();*

***for*** *(****int*** *i = 0; i < 9; i++)*

*{*

*calculate\_by\_formula(&m1, &m2, &((\*basicMultiplier)[i].first),*

*&((\*basicMultiplier)[i].second), &res1, &res2);*

*currentMultiplierHeader = basicMultiplierHeader;*

*currentMultiplierHeader.insert(6, to\_string(i + 1));*

*currentMultiplierHeader.insert(10, to\_string(i + 1));*

*print\_to\_file(&matrices, pairName + currentMultiplierHeader, &res1, &res2);*

*search\_for\_duplicate(pairName + currentMultiplierHeader, &matrices, &knownDuplicates, &res1, &res2);*

*}*

*matrices.clear();*

*matrices.seekg(currentGetterPosition);*

*}*

*}*

*//операции для этой длины закончены, записываем в readBegin nextReadBegin*

*//записываем ссылку на конец файла в переменную nextReadBegin*

*readBegin = nextReadBegin;*

*matrices.clear();*

*matrices.seekg(0, ios::end);*

*nextReadBegin = matrices.tellg();*

*}*

*//тут конец программы*

*matrices.close();*

*knownDuplicates.close();*

*}*

Примечание: программа никак не сообщает о том, что она выполняется. Отследить это можно только по происходящим изменениям в файлах matrices.txt и knownDuplicates.txt, а остановить её можно только с помощью диспетчера задач.