Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное   
учреждение высшего образования

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Институт информационных технологий, математики и механики

**Отчет по лабораторной работе**

**«Метод Гаусса»**

**Выполнил**:

студент группы 382003-1

**Ивлев А.Д.**

**Проверил**:

ассистент каф. МОСТ,

Волокитин В.Д.

Нижний Новгород

2021

**Содержание**

[Постановка задачи 3](#_Toc26962562)

[Метод решения 4](#_Toc26962563)

[Руководство пользователя 5](#_Toc26962564)

[Описание программной реализации 6](#_Toc26962565)

[Подтверждение корректности 7](#_Toc26962566)

[Результаты экспериментов 8](#_Toc26962567)

[Заключение 9](#_Toc26962568)

[Приложение 10](#_Toc26962569)

# Постановка задачи

1. Необходимо реализовать шаблонный класс вектор
2. Необходимо реализовать шаблонный класс матриц, который является наследником класса вектор от векторов
3. Необходимо реализовать метод Гаусса для действительной квадратной матрицы с выбором ведущего элемента. Метод Гаусса принимает правую часть (вектор значений) в качестве аргумента и возвращает ответ в виде вектора (вектор решений)

# Метод решения

Основной метод программы - метод Гаусса. Решение СЛАУ путём элементарных преобразований.

Алгоритм на каждом шаге (номере столбца n начиная с 0) выбирает максимальный по модулю элемент и номер строки (m), в котором он находится. Далее меняет n строку с строкой m и n с m элементы в векторе значений (если m не n). Затем делит всю строку и n число в векторе значений на этот элемент. Затем зануляет данный столбец используя элементарные преобразования в СЛАУ.

Если решений нет или их бесконечно много, выводит ошибку. Иначе выводит вектор решений.

# Руководство пользователя

Пользователь запускает программу вводит размер матрицы m строк на n столбцов.

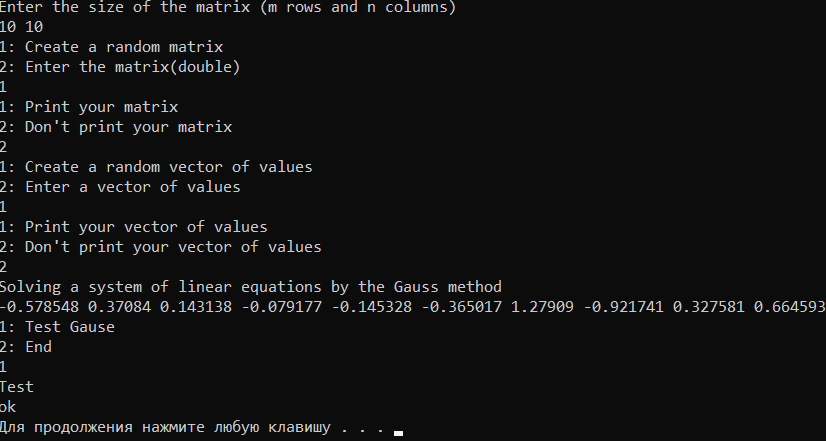
Затем выбирает создать случайную матрицу (1) или ввести её самому (2). Так же ему предлагается вывести введённую или созданную матрицу (1 вывести, 2 нет).

Далее пользователь выбирает создать случайный вектор значений (1) или ввести его самому (2). Так же ему предлагается вывести введённый или созданный вектор значений (1 вывести, 2 нет).

Далее программа реализует метод Гаусса для данной матрицы и вектора значений. Выводит ошибку, если матрица не квадратная или СЛАУ не имеет единственного решения. Если решение есть выводит его в качестве вектора решений.

Так же пользователю предлагается проверить решение (1) или закончить программу.

Пример работы программы, где пользователь создал случайную матрицу 10 на 10 и случайный вектор значений.



# Описание программной реализации

Проект состоит из нескольких файлов:

* MainProgramm.cpp - главный файл с main, где подключенны Vector.h и Matrix.h. Реализуется меню для работы с программой.
* Vector.h - содержит шаблонный класс вектор.

Включает методы и поля:

* + size\_t size - размер вектора
  + T\* data - содержимое вектора типа T
  + size\_t get\_size - возвращает размер вектора
  + void rand\_set\_data\_double - случайно заполняет вектор числами типа double
  + MyVec(size\_t \_size = 0) - конструктор с параметром
  + MyVec(const MyVec& sec) - конструктор копирования
  + T& operator [](size\_t i) const - перегруженный оператор []
  + MyVec& operator = (const MyVec& sec) - перегруженный оператор =
  + MyVec operator \* (T sec) - перегруженный оператор \* на число типа T
  + MyVec& operator -= (const MyVec& sec) - перегруженный оператор -=
  + MyVec& operator /= (T sec) - перегруженный оператор /= с числом типа T
  + bool check\_size(const MyVec& sec) - проверка соответствия размеров двух векторов
  + void re\_size(size\_t sec\_size) - изменение размера вектора
  + void swap(size\_t i, size\_t j) - меняет i и j элементы вектора
  + ~MyVec() - деструктор
  + Так же перегружены операторы ввода и вывода
* Matrix.h - содержит шаблонный класс матрицы и метод Гаусса для квадратных матриц типа double.

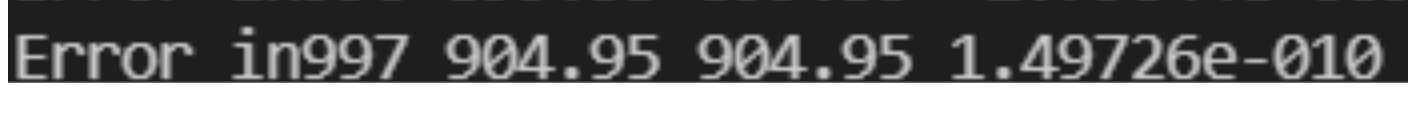
Включает методы и поля:

* + size\_t size\_column - размер столбцов
  + Matrix(size\_t \_size\_line, size\_t \_size\_column) : MyVec<MyVec<Type>> {\_size\_line} - конструктор с параметром
  + void rand\_set\_matrix\_double() - случайно заполняет матрицу числами типа double
  + size\_t max\_in\_column\_i\_line(size\_t column, size\_t start) - находит номер строки с максимальным элементом в данном столбце
  + MyVec<Type> Gauss(MyVec<Type> X) - метод Гаусса принимает вектор значений, возвращает вектор решений
  + void test(MyVec<Type> & X, MyVec<Type> & \_X) - тест метода Гаусса. Вызывается для начальной матрицы. Принимает сначала вектор решений, затем вектор значений.
  + Matrix operator \* (Type sec) - перегруженный оператор \* на число типа Type
  + Matrix& operator /= (Type sec) - перегруженный оператор /= с числом типа Type
  + Так же перегружены операторы ввода и вывода

# Подтверждение корректности

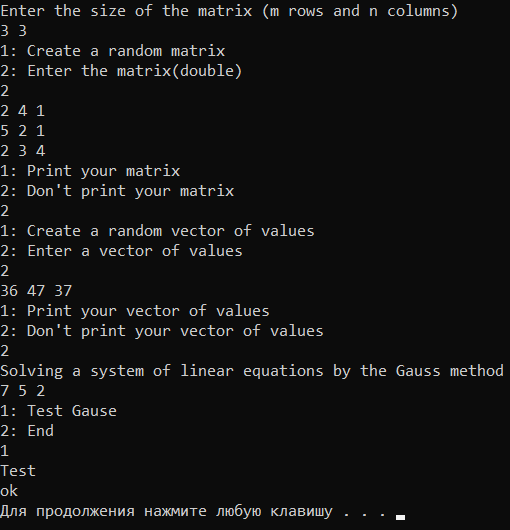
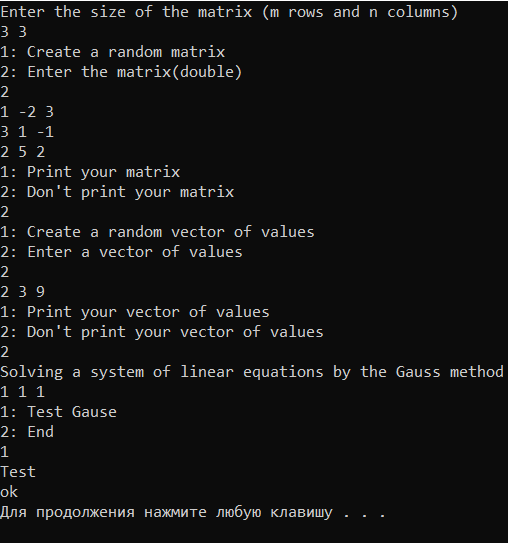
Для подтверждения корректности в программе используется метод матрицы test. Производит умножение исходной матрицы на результат метода Гаусса для сравнения с исходным вектором значений. Если всё правильно и погрешность вычислений меньше 10^-8 выводит ok, иначе выводит номер в векторе решений, где ошибка, элементы вектора решений и вектора значений под данным номером и разницу между ними.

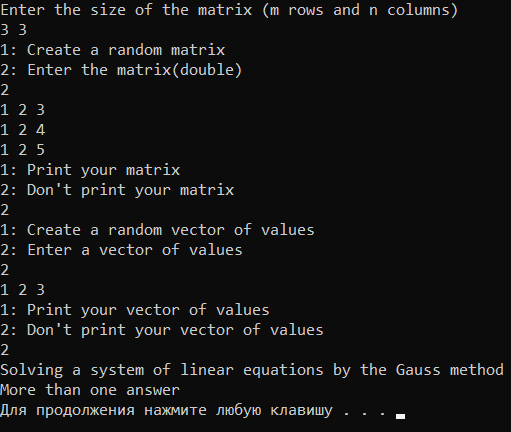
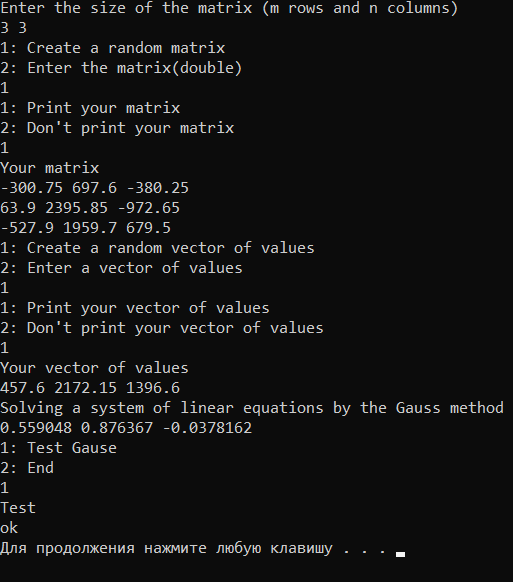
Пример вывода ошибки в 997 строке, где разница между элементами < 10^-8.



# Результаты экспериментов

Пример работы программы:





Во всех случаях программа отработала корректно. Решения были проверены мной вручную и с помощью сервиса https://matworld.ru/calculator/gauss-method-online.php.

# Заключение

Мне удалось реализовать шаблонный класс вектор, класс матрицы (наследование от вектора векторов) и метод Гаусса (для матриц типа double, точность не меньше, чем 10^-8.

# Приложение

Смотреть весь код в файлах MainProgramm.cpp, Vector.h, Matrix.h.

Пример реализации метода Гаусса.

MyVec<Type> Gauss(MyVec<Type> X) // For type double, With an accuracy of 10^-

{

Matrix<Type> Copy = \*this;

if ((this->size == size\_column) && (this->size == X.get\_size()))

{

size\_t MaxValuei;

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

{

MaxValuei = max\_in\_column\_i\_line(i, i);

Type MaxV = this->data[MaxValuei][i];

if (MaxValuei > i)

{

this->swap(MaxValuei, i);

X.swap(MaxValuei, i);

}

MaxValuei = i;

if (abs(MaxV) != 0)

{

this->data[MaxValuei] /= MaxV;

X[MaxValuei] /= MaxV;

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

{

if (j != MaxValuei)

{

X[j] -= (X[MaxValuei]\*this->data[j][i]);

this->data[j] -= (this->data[MaxValuei]\*this->data[j][i]);

}

}

}

else

{

cout << "More than one answer" << endl;

system("pause");

exit(1);

}

}

for (size\_t i = 0; i < X.get\_size(); i++)

{

Type a = X[i];

if (abs(a) < 0.00000001)

{

X[i] = 0;

}

}

\*this = Copy;

return X;

}

else

{

cout << "Error size" << endl;

system("pause");

exit(0);

}

}