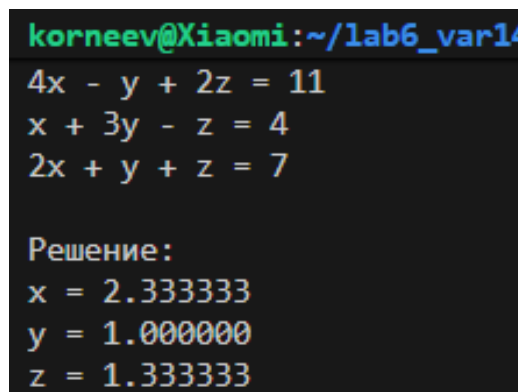


## Цель работы:

**Изучение и практическая реализация метода Жордана-Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).** Конкретные цели включают:

1. Изучить **алгоритм метода Жордана–Гаусса (метода полного исключения)**, применяемого для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
2. Освоить принципы **пошагового преобразования расширенной матрицы** системы к единичному виду.
3. Приобрести **практические навыки реализации метода** на языке программирования C++ с использованием элементарных операций над матрицами.
4. Научиться **проверять корректность вычислений** и анализировать полученные решения.

Результат работы программы в VS Code на рисунке 1



```
korneev@Xiaomi:~/lab6_var14
4x - y + 2z = 11
x + 3y - z = 4
2x + y + z = 7

Решение:
x = 2.333333
y = 1.000000
z = 1.333333
```

Рисунок 1

Вид репозитория представлен на рисунке 2

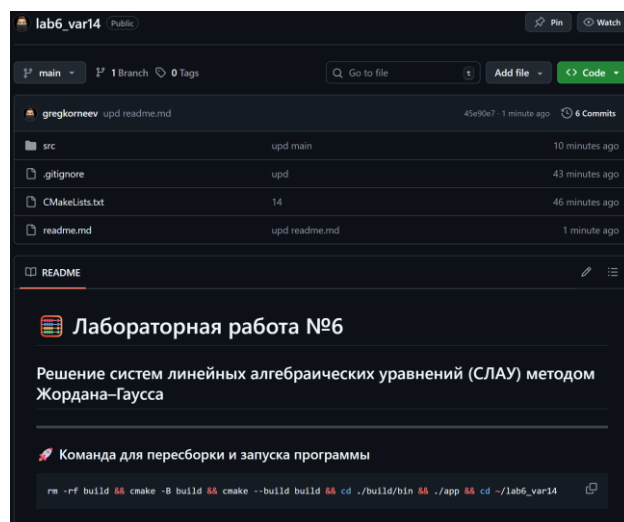


Рисунок 2

На рисунке 3 представлен main.cpp

```
src > main.cpp > ...
1  #include <iostream>
2  #include <vector>
3  #include <iomanip>
4  #include <cmath>
5  #include <string>
6  using std::cout;
7  using std::endl;
8  using std::vector;
9
10 const double EPS = 1e-9; // допуск для "практического нуля"
11
12 // Печать системы в виде "4x - y + 2z = 11"
13 static void printSystem(const vector<vector<double>>& A, const vector<double>& b) {
14     const int n = (int)A.size();
15     auto varName: (lambda) = [&](int j)->std::string{
16         static const char* xyz[] = {[0]="x",[1]="y",[2]="z"};
17         return (n==3 && j<3) ? xyz[j] : "x"+std::to_string(val: j+1);
18     };
19
20     cout << "Система уравнений:\n";
21     cout << std::fixed << std::setprecision(n: 0);
22     for (int i = 0; i < n; ++i) {
23         bool first = true;
24         for (int j = 0; j < n; ++j) {
25             double c = A[i][j];
26             if (std::fabs(c) < EPS) continue;
27
28             if (!first) cout << " + ";
29             else if (c < 0) cout << "-";
30
31             double ac = std::fabs(c);
32             if (std::fabs(c: ac - 1.0) >= EPS) cout << ac;
33             cout << varName(j);
34             first = false;
35         }
36         cout << " = " << b[i] << "\n";
37     }
38     cout << endl;
39 }
40
41 // Жордан-Гаусс с частичным выбором главного элемента
42 vector<double> gaussJordan(vector<vector<double>> A, vector<double> b) {
43     const int n = (int)A.size();
44     vector<vector<double>> M(n, value: vector<double>(n: n+1));
45     for (int i = 0; i < n; ++i) {
46         for (int j = 0; j < n; ++j) M[i][j] = A[i][j];
47         M[i][n] = b[i];
48     }
49     for (int col = 0; row = 0; col < n && row < n; ++col, ++row) {
50         int pivot = row;
51         for (int i = row; i < n; ++i)
52             if (std::fabs(M[i][col]) > std::fabs(M[pivot][col])) pivot = i;
53         if (std::fabs(M[pivot][col]) < EPS)
54             throw std::runtime_error("Нулевой столбец - система вырождена или имеет бесконечное число решений.");
55         if (pivot != row) std::swap(M[pivot], M[row]);
56
57         double lead = M[row][col];
58         for (int j = col; j < n; ++j) M[row][j] /= lead;
59
60         for (int i = 0; i < n; ++i) if (i != row) {
61             double f = M[i][col];
62             if (std::fabs(f) < EPS) continue;
63             for (int j = col; j < n; ++j) M[i][j] -= f * M[row][j];
64         }
65     }
66     vector<double> x(n);
67     for (int i = 0; i < n; ++i) x[i] = M[i][n];
68     return x;
69 }
70
71 int main() {
72     vector<vector<double>> A = {
73         {[0]=-4, [1]=-1, [2]=-2},
74         {[0]=-1, [1]=3, [2]=-1},
75         {[0]=-2, [1]=-1, [2]=-1}
76     };
77     vector<double> b = {[0]=-11, [1]=-4, [2]=-7};
78
79     printSystem(A, b);
80
81     try {
82         vector<double> x = gaussJordan(A, b);
83         cout << std::fixed << std::setprecision(n: 6);
84         cout << "Решение:\n";
85         const char* xyz[] = {[0]="x",[1]="y",[2]="z"};
86         for (int i = 0; i < (int)x.size(); ++i) {
87             std::string name = (x.size()==3 && i<3) ? xyz[i] : ("x"+std::to_string(val: i+1));
88             cout << name << " = " << x[i] << "\n";
89         }
90         // Ожидается: x=2.333333 (7/3), y=1.000000, z=1.333333 (4/3)
91     } catch (const std::exception& e) {
92         std::cerr << "Ошибка: " << e.what() << endl;
93         return 1;
94     }
95     return 0;
96 }
```

Рисунок 3

## Работа с нейросетью

Обращение к нейросети представлено на Рисунк 4. Нейросеть использовалась для быстрой отладки ошибок в проекте.

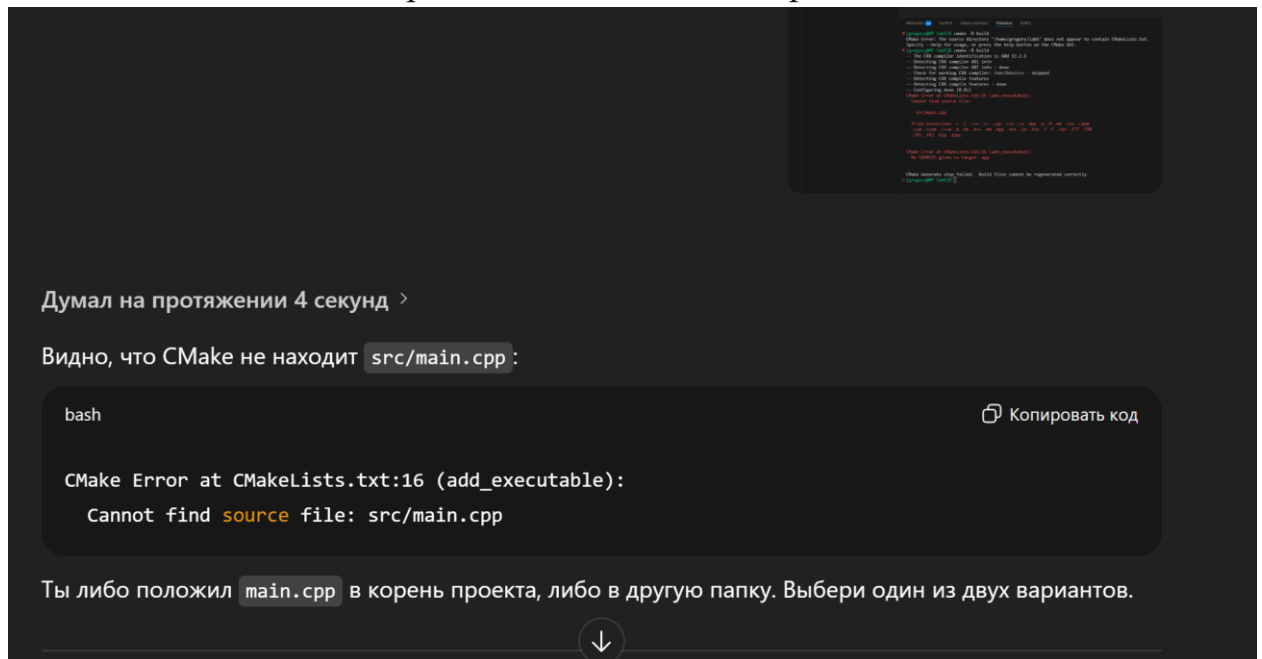


Рисунок 4

## Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы был изучен и реализован метод Жордана–Гаусса (метод полного исключения) для решения систем линейных алгебраических уравнений.

В процессе работы:

- изучен и реализован метод полного исключения на языке **C++** с использованием элементарных операций над матрицами;
- освоены навыки построения программ с применением **системы сборки CMake** и работы в среде **VS Code**;
- проверена корректность вычислений и соответствие результатов теоретически известным решениям.

Программа успешно решает заданные системы линейных уравнений, подтверждая правильность реализации метода Жордана–Гаусса. Полученные результаты полностью совпадают с аналитическими расчётами, что свидетельствует о корректной работе алгоритма и правильности вычислений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Быков, А. Ю. Решение задач на языках программирования Си и Си++ : методические указания / А. Ю. Быков. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 248 с. — ISBN 978-5-7038-4577-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103505>
2. Каширин, И. Ю. От Си к Си++ : учебное пособие / И. Ю. Каширин, В. С. Новичков. — 2-е изд., стер. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 334 с. — ISBN 978-5-9912-0259-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5161>
3. Быков А. Ю. Решение задач на языках программирования Си и Си++ : метод. указания к выполнению лаб. работ / Быков А. Ю. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - 244 с. : ил. - ISBN 978-5-7038-4577-6.
4. Иванова Г. С., Ничушкина Т. Н. Объектно-ориентированное программирование : учебник для вузов / Иванова Г. С., Ничушкина Т. Н. ; общ. ред. Иванова Г. С. - М. : Изд-во МГТУ Н.Э.Баумана, 2002. <http://progbook.ru/technologiya-programmirovaniya/582-ivanova-tehnologiya-programmirovaniya.html>
5. Иванова Г. С., Ничушкина Т. Н. Объектно-ориентированное программирование : учебник для вузов / Иванова Г. С., Ничушкина Т. Н. ; общ. ред. Иванова Г. С. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 455 с. : ил. - Библиогр.: с. 450. - ISBN 978-5-7038-3921-8.
6. Подбельский В.В. Язык Си++: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. <http://progbook.ru/c/737-podbelskii-programmirovanie-na-yazyke-si.html>.
7. Акулов О.А., Медведев Н.В. Информатика. Базовый курс. – М.: Омега-Л, 2006. <http://razym.ru/naukaobraz/obrazov/151874-akulov-oa-medvedev-nv-informatika-bazovyy-kurs.html>
8. Вычислительные методы и программирование. МГУ им. М.В. Ломоносова. ISSN 1726-3522. Журнал входит в 1-й уровень Белого списка

### Дополнительные материалы

1. Иванова Г.С. Технология программирования: Учебник для вузов. – М.: Изд. МГТУ им. Ахо А.В., Хопкрофт Д.Э., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы. – М., Вильямс, 2003. <http://razym.ru/naukaobraz/obrazov/181547-aho-a-ulman-d-hopkroft-d-struktury-dannyh-i-algoritmy.html>
2. Дейтел Х.М., Дейтел П.Дж. Как программировать на C++. – М.: Бином, 2001.
3. Т. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М. МЦНМО, 2005. <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=533181>
4. Джосьютис Н. C++ Стандартная библиотека для профессионалов. – СПб.: Питер, 2004. [http://progbook.ru/c/178-dzhosyutis\\_c\\_standartnaya\\_biblioteka.html](http://progbook.ru/c/178-dzhosyutis_c_standartnaya_biblioteka.html)
5. Подбельский В.В. Стандартный Си++: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2008.
6. Объектно-ориентированное программирование в C++: пер. с англ. / Лафоре Р. - 4-е изд. - СПб.: Питер, 2004. - 923 с. - (Классика computer science). - ISBN 5-94723-302-9.
7. Т. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М. МЦНМО, 2005.
8. Г. Шилдт. C++. Базовый курс, 3-е издание: Пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2011. – 624 с.
9. Павловская Т. А. C/C++. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов / Павловская Т. А. - СПб.: Питер, 2003. - 460 с. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-94723-568-4.
10. Бесплатные образовательные программы партнера (VK): <https://education.vk.company/students>