ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО

ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОССУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. АЛЕКСЕЕВА

Кафедра «Прикладная математика»

Отчет

Лабораторная работа №1

по дисциплине «Численные Методы»

Тема: «СЛАУ»

**Студент**

\_\_\_\_\_\_\_\_ Карпов М. О.

(Подпись) (Фамилия, И., О.)

17-ПМ 31.10.19

(Группа) (Дата сдачи)

**Проверила**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Талалушкина Л.В.

(Подпись) (Фамилия, И., О.)

Отчет защищен «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_2019г.

с оценкой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Нижний Новгород, 2019

**Оглавление**

[1. цель работы 3](#_Toc23299075)

[2. Пояснение к заданию 4](#_Toc23299076)

[3. Описание Алгоритма 6](#_Toc23299078)

[4. реализация на языке c++ 7](#_Toc23299079)

[5. Реализация на языке fortran 12](#_Toc23299080)

[6. Реализация на языке matlab 18](#_Toc23299081)

[7. Реализация на языке python 23](#_Toc23299082)

Талалушкина Л.В.

Пров

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

2

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

Пров

31.10.19

31.10.19

Вып

Талалушкина Л.В.

Карпов М.О.

1

Пров

Талалушкина Л.В.

Карпов М.О.

Вып

1

31.10.19

31.10.19

# цель работы

31.10.19

Талалушкина Л.В.

Пров

Вып

31.10.19

Карпов М.О.

1

Изучить и программно реализовать на языках высокого уровня (C, Python, Matlab, Fortran) метод Гаусса.

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

3

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

# Пояснение к заданию

31.10.19

Талалушкина Л.В.

Пров

Вып

31.10.19

Карпов М.О.

1

К необходимости решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) приводят многие прикладные задачи физики, радиофизики, электроники и других областей науки и техники. По этой причине разработке и исследованию методов решения СЛАУ уделяется повышенное внимание.

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

4

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

Для решения СЛАУ используются как прямые методы, позволяющие получить в случае отсутствия ошибок округления точное решение за конечное, заранее известное количество арифметических операций, так и итерационные методы. Итерационные методы используются для решения СЛАУ большого порядка, а также для уточнения решения, полученного прямыми методами.

Из прямых методов популярным у вычислений является метод Гаусса (исключения переменных) с выбором главного (максимального по модулю) элемента в столбце. Поиск главного элемента позволяет, с одной стороны, ограничить рост коэффициентов на каждом шаге исключения и, следовательно, уменьшить влияние ошибок округления на точность решения, с другой, обеспечить для невырожденных систем выполнения условия akk ≠ 0 (отсутствие аварийных остановок вследствие деления на ноль).

Пусть задана СЛАУ

a11x1 + a12x2 + … + a1nxn = b1,

a21x1 + a22x2 + … + a2nxn = b2, (1.1)

…

an1x1 + an2x2 + … + annxn = bn.

процесс ее решения методом Гаусса делится на два этапа, называемых соответственно прямым и обратным ходом.

На первом этапе система (1.1) путем последовательного исключения переменных x1, x2,…, хn сводится к эквивалентной системе с верхней треугольной матрицей коэффициентов:

x1 + u12x2 + u13x3+ … + u1,n-1xn-1 + u1nxn = q1,

x2 + u23x3+ … + u2,n-1xn-1 + u2nxn = q2,

… (1.2)

xn-1 + un-1,nxn= qn-1,

xn = qn.

Исключение переменной xk (k-й шаг прямого хода Гаусса) включает вычисление k-й строки треугольной матрицы:

ukj = akj(k-1)/ akk(k-1); j = k+1,n, (1.3)

k-го свободного члена:

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

5

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

qk = bk(k-1)/ akk(k-1), (1.4)

преобразование уравнений системы (1.1) с номерами k + 1, k + 2,…,n:

aij(k)= aij(k-1) – aik(k-1) ukj;

bi(k)= bi(k-1) – aik(k-1) qkj, (1.5)

i = k+1,n; j = k+1,n.

В соотношениях (1.5) переменной внутреннего цикла является j, переменной внешнего цикла – i. Полное число шагов, за которое выполняется прямой ход Гаусса, равно n, т.е. расчеты по формулам (1.3 – 1.5) выполняется для k = 1,n.

На втором этапе (обратный ход Гаусса) решают систему (1.2):

xn = qn ;

xk = qk - ; (1.6)

k= n-1, 1,

последовательно определяя неизвестные xn, xn-1,…, х1.

Талалушкина Л.В.

31.10.19

Вып

1

Пров

Карпов М.О.

31.10.19

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

# Описание Алгоритма

Основные функции:

* print\_matrx() – принимает матрицу и выводит её в консоль,
* col\_max() – принимает матрицу и ищет колонку с максимальным значением по модулю,
* triangle() – принимает матрицу и приводит её к треугольному виду,
* rank\_matr() – принимает матрицу, приведенную к треугольному виду, и находит ее ранг,
* gauss()/gaus() – принимает расширенную матрицу и ранг матрицы коэффициентов и находит решения слау.

В функции main() идет инициализация расширенной матрицы из файла, определяется матрица коэффициентов на основе расширенной матрицы. Далее обе матрицы приводятся к треугольному виду и выполняется функция gauss()/gaus().

Основные элементы:

* su – расширенная матрица системы
* tmp – матрица коэффициентов системы
* rank/rankm – ранг матрицы коэффициентов
* ranks – ранг расширенной матрицы
* x – решения системы

Вывод программы: состояния решения системы (Endless solution, No solutions) или решение системы. При возможности расширенная матрица.

Вып

1

Пров

Карпов М.О.

Талалушкина Л.В.

31.10.19

31.10.19

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

6

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходная матрица  Пров  Талалушкина Л.В.  31.10.19  1  Вып  Карпов М.О.  31.10.19 | | | | |
| № | Матрица коэффициентов А | | | Вектор b |
| 4 | 2.75 | 1.78 | 1.11 | 15.71 |
| 3.28 | 0.71 | 1.15 | 43.78 |
| 1.15 | 2.70 | 3.58 | 37.11 |

# реализация на языке c++

|  |
| --- |
| Реализация на языке C++ |
| #include <iostream>  #include <stdio.h>  #include <fstream>  #include <string>  using namespace std;  void print\_mtrx(double \*\*matr, int n, int step){  for(int i=0; i<n; i++){  for(int j=0; j<n+step; j++){  cout<<matr[i][j]<<" ";  }  cout<<endl;  }  cout<<endl;  }  int col\_max(double \*\*matrix, int col, int n){  double max = abs(matrix[col][col]);  int maxPos = col;  for(int i=col+1; i<n; ++i){  double element = abs(matrix[i][col]);  if(element>max){  max = element;  maxPos = i;  }  }  return maxPos;  }  int triangle(double \*\*matrix, int n, int step){  double buff;  if (n == 0)  return 0;  for(int i=0; i<n-1; ++i){  int imax = col\_max(matrix, i, n);  if (i != imax) { |

31.10.19

31.10.19

1

Карпов М.О.

Пров

Вып

Талалушкина Л.В.

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

7

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке C++ |
| for(int j=0; j<n+step; j++){  buff=matrix[i][j];  matrix[i][j]=matrix[imax][j];  matrix[imax][j]=buff;  }  }  for (int j=i+1; j<n; ++j){  double mul;  if(matrix[i][i]==0) mul=0;  if(matrix[i][i]!=0) mul = -matrix[j][i]/matrix[i][i];  for (int k=i; k<n+step; ++k){  matrix[j][k]+=matrix[i][k]\*mul;  if(abs(matrix[j][k])<0.0001) matrix[j][k]=0;  }  }  }  }  int rank\_matr(double \*\*matr, int n, int step){  int rank1 = n;  int chk = 0;  for(int i=1;i<n+1;i++){  chk=0;  for(int j=0;j<n+step;j++){  if(matr[n-i][j]!=0)  chk++;  }  if(chk==0) rank1--;  }  return rank1;  }  int gauss(double \*\*matr, int rank, int n){  double \*x;  x = new double[n];  for(int i=0;i<n;i++) x[i]=0;  int ranks = rank\_matr(matr, n, 1);  if(ranks==rank && ranks<n){  cout<<"Endless solutions"<<endl; |

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

8

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

Пров

1

Вып

Карпов М.О.

31.10.19

Талалушкина Л.В.

31.10.19

|  |
| --- |
| Реализация на языке C++ |
| return 0;  }  if(rank==ranks){  for(int i=1; i<=n; i++){  x[n-i]=matr[n-i][n];  for(int j=0;j<n;j++){  if((n-i)!=j)  x[n-i]=x[n-i]-(matr[n-i][j]\*x[j]);  }  x[n-i]=x[n-i]/matr[n-i][n-i];  if(matr[n-i][n-i]==0) cout<<"x"<<n-i<<" = Endless solutions"<<endl;  else cout<<"x"<<n-i<<" = "<<x[n-i]<<endl;  }  return 0;  }  cout<<"No solutions"<<endl;  delete [] x;  return 0;  }  int main()  {  double \*\*su, \*\*tmp;  int n = 0;  string buff;  ifstream file("matrix.txt", ios\_base::out);  while(!file.eof()){  getline(file, buff);  if(buff.size()>0)  n++;  }  file.close();  ifstream fmatrix("matrix.txt", ios\_base::out); |

31.10.19

1

Вып

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

Карпов М.О.

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

9

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке C++ |
| su = new double\*[n];  for(int i=0; i<n; i++){  su[i] = new double[n+1];  for(int j=0; j<n+1; j++){  fmatrix>>su[i][j];  }  }  tmp = new double\*[n];  for(int i=0; i<n; i++){  tmp[i] = new double[n];  for(int j=0; j<n; j++){  tmp[i][j]=su[i][j];  }  }  print\_mtrx(su, n, 1);  triangle(su, n, 1);  triangle(tmp, n, 0);  gauss(su, rank\_matr(tmp, n, 0), n);  for(int i=0; i<n; i++)  delete [] su[i];  fmatrix.close();  return 0;  } |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

10

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Результат работы на языке C++ |
| C:\Users\Михаил\Desktop\Снимок экрана от 2019-10-30 00-42-27.png |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

11

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

# Реализация на языке fortran

|  |
| --- |
| Реализация на языке FORTRAN |
| program main  integer n, tmp\_rank, rank\_matr  real, allocatable :: su(:,:)  real, allocatable :: tmp(:,:)  n=0  open(1, file='matrix.txt')  do  read(1,\*, iostat=io)  if(io/=0) exit  n=n+1  enddo  close(1)  allocate(su(n, n+1))  allocate(tmp(n, n))    open(2, file='matrix.txt')  do i=1,n  read(2, \*)(su(i,j),j=1,n+1)  enddo  close(2)  do i=1,n  do j=1,n  tmp(i,j)=su(i,j)  enddo  enddo  tmp\_rank=rank\_matr(tmp, n, 0)  call triangle(su, n, 1)  call triangle(tmp, n, 0)  call gauss(su, tmp\_rank, n)    deallocate(su)  deallocate(tmp)  end program main  subroutine print\_matr(matr, n, step)  integer n, step |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

12

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке FORTRAN |
| real , dimension(n, step+n) :: matr  do i=1,n  do j=1,n+step  write(\*, "(f10.4, 1x)") matr(i, j)  enddo  write(\*,\*)  enddo  return  end subroutine print\_matr  integer function col\_max(matrix, col, n)  integer n, col, maxpos  real max, element  real , dimension(n, n) :: matrix  max = abs(matrix(col, col))  maxPos = col  do i=col+1,n  element = abs(matrix(i, col))  if (element>max) then  max = element  maxPos = i  endif  enddo  col\_max=maxpos  return  end function col\_max  subroutine triangle(matrix, n, step)  real buff, mul  integer n, step, imax  real , dimension(n, n+step) :: matrix  integer col\_max    if (n == 0) then  stop  endif  do i=1,n-1 |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

13

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке FORTRAN |
| imax = col\_max(matrix, i, n)  if (i .ne. imax) then  do j=1,n+step  buff=matrix(i, j)  matrix(i, j)=matrix(imax, j)  matrix(imax, j)=buff  enddo  endif  do j=i+1,n  if(matrix(i, i)==0) then  mul=0;  endif  if(matrix(i, i).ne.0) then  mul = -matrix(j, i)/matrix(i, i)  endif  do k=i,n+step  matrix(j, k)=matrix(j, k)+matrix(i, k)\*mul;  if(abs(matrix(j, k))<0.0001) then  matrix(j, k)=0;  endif  enddo  enddo  enddo  return  end subroutine triangle  integer function rank\_matr(matrix, n, step)  integer n, step, rank1, chk  real , dimension(n, n+step) :: matrix  rank1=n  do i=0,n-1  chk=0;  do j=1,n+step  if(matrix(n-i, j).ne.0) then  chk=chk+1  endif  enddo |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

14

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке FORTRAN |
| if(chk==0) then  rank1=rank1-1  endif  enddo  rank\_matr=rank1  return  end function rank\_matr  subroutine gauss(matr, rank, n)  integer ranks, rank\_matr, n, rank  real , dimension(n, n+1) :: matr  real, allocatable :: x(:)  allocate(x(n))  ranks=rank\_matr(matr, n, 1)  if((ranks==rank).and.(ranks<n)) then  print \*, "Endless solutions"  deallocate(x)  return  endif  if(rank==ranks)then  do i=0,n-1  x(n-i)=matr(n-i, n+1)  do j=1,n  if((n-i).ne.j) then  x(n-i)=x(n-i)-(matr(n-i, j)\*x(j))  endif  enddo  x(n-i)=x(n-i)/matr(n-i, n-i)  if(matr(n-i, n-i).eq.0) then  print \*, "Endless solution"  endif  if(matr(n-i, n-i).ne.0) then  print 15, n-i-1, x(n-i)  15 FORMAT(1x, "X", i1, " = ", 1x, f10.4)  endif  enddo  deallocate(x) |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

15

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке FORTRAN |
| return  endif  print \*, "No solutions"  deallocate(x)  return  end subroutine gauss |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

16

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Результат работы на языке FORTRAN |
| C:\Users\Михаил\Desktop\Снимок экрана от 2019-10-30 00-45-14.png |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

17

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

# Реализация на языке matlab

|  |
| --- |
| Реализация на языке Matlab. col\_max.m |
| function [maxpos] = col\_max(matrix, a, n)  maxc = abs(matrix(a, a))  maxpos = a  for i=a+1:n  element=abs(matrix(i, a))  if element>maxc  maxc=element  maxpos=i  end  end  end |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

18

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке Matlab. gaus.m |
| function [x1, res] = gauss(matr, rankm, n)  trg = 0  x1 = zeros(0, 0)  x = zeros(1, n)  res="none"  for i=1:n  x(i)=0  end    ranks=rank(matr)    if(ranks == rankm && ranks < n)  res="Endless solutions"  trg=1  end  if(rankm == ranks && trg==0)  for i=n:-1:1  x(i) = matr(i, n+1);  for j=1:n  if(i~=j)  x(i)=x(i)-(matr(i, j)\*x(j))  end  end  x(i)=x(i)/matr(i, i);  if(matr(i, i) == 0)  res="Endless solutions"  end  if(matr(i, i) ~= 0)  x1=[x1 x(i)]  end  end  trg=1  end  if(trg==0)  res="No solutions"  end  end |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

19

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке Matlab. slau.m |
| su = load("/home/mikhail/matrix.txt")  n = size(su, 1)  tmp=zeros(n)  for i=1:n  for j=1:n  tmp(i, j)=su(i, j)  end  end  su = triangle(su, n, 1)  tmp = triangle(tmp, n, 0)  [x, res] = gaus(su, rank(tmp), n)  clc  if(res=="none")  for i=1:size(x, 2)  fprintf("x%i = %f\n", size(x, 2)-i, x(i))  end  end  if(res~="none")  disp(res)  end |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

20

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке Matlab. triangle.m |
| function [res] = triangle(matrix, n, step)  trg=0  res=matrix  if(n == 0)  trg=1  end  if(trg==0)  for i=1:n-1  imax = col\_max(res, i, n)  if(i~=imax)  for j=1:n+step  buff=res(i, j)  res(i, j)=res(imax, j)  res(imax, j)=buff  end  end  for j=i+1:n  mul = 0  if (res(i, i)==0)  mul=0  end  if (res(i, i)~=0)  mul=-res(j, i)/res(i, i)  end  for k=i:n+step  res(j, k)=res(j, k)+res(i, k)\*mul  if (abs(res(j, k))<0.0001)  res(j, k) = 0  end  end  end  end  end  end |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

21

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Результат работы на языке Matlab |
| C:\Users\Михаил\Desktop\Снимок экрана от 2019-10-30 00-46-38.png |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

22

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

# Реализация на языке python

|  |
| --- |
| Реализация на языке Python |
| def print\_mtrx(matr, n, step):  for i in range(n):  for j in range(n + step):  print(matr[i][j], end=' ')  print()  print()  def col\_max(matrix, a, n):  maxc = abs(matrix[a][a])  maxpos = a  for i in range(a + 1, n):  element = abs(matrix[i][a])  if element > maxc:  maxc = element  maxpos = i  return maxpos  def triangle(matrix, n, step):  buff = 0  if n == 0:  return 0  for i in range(n - 1):  imax = col\_max(matrix, i, n)  if i != imax:  for j in range(n + step):  buff = matrix[i][j]  matrix[i][j] = matrix[imax][j]  matrix[imax][j] = buff  for j in range(i + 1, n):  mul = 0  if matrix[i][i] == 0:  mul = 0  if matrix[i][i] != 0:  mul = -matrix[j][i] / matrix[i][i]  for k in range(i, n + step): |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

23

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке Python |
| matrix[j][k] += matrix[i][k] \* mul  if abs(matrix[j][k]) < 0.0001:  matrix[j][k] = 0  def rank\_matr(matr, n, step):  rank1 = n;  chk = 0;  for i in range(1, n + 1):  chk = 0  for j in range(n + step):  if matr[n - i][j] != 0:  chk = chk + 1  if chk == 0:  rank1 = rank1 - 1  return rank1  def gauss(matr, rank, n):  x = []  for i in range(n):  x.append(0)  ranks = rank\_matr(matr, n, 1)  if ranks == rank and ranks < n:  print("Endless solutions")  return 0  if rank == ranks:  for i in range(1, n + 1):  x[n - i] = matr[n - i][n]  for j in range(n):  if (n - i) != j:  x[n - i] = x[n - i] - (matr[n - i][j] \* x[j])  x[n - i] = x[n - i] / matr[n - i][n - i]  if matr[n - i][n - i] == 0:  print('x', n - i, " = Endless solutions")  else:  print('x', n - i, " = ", x[n - i], sep='') |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

24

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Реализация на языке Python |
| return 0  print("No solutions")  if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":  su = []  tmp = [[]]  n = 0  with open("test.txt") as file:  su = [list(map(float, row.split())) for row in file.readlines()]  n = len(su[0])-1  for i in range(n):  tmp.append([])  for j in range(n):  tmp[i].append(su[i][j])  print\_mtrx(su, n, 1)  triangle(su, n, 1)  triangle(tmp, n, 0)  gauss(su, rank\_matr(tmp, n, 0), n) |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

25

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)

|  |
| --- |
| Результат работы на языке Python |
| C:\Users\Михаил\Desktop\Снимок экрана от 2019-10-30 00-44-23.png |

Пров

Талалушкина Л.В.

31.10.19

1

Карпов М.О.

31.10.19

Вып

№.

2

Ф.И.О..

Подп.

Дата

Лист

26

ЛР по «Численным методам»-НГТУ-(17-ПМ)