|  |  |
| --- | --- |
| **Gerb-BMSTU_01** | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  Калужский филиал  федерального государственного бюджетного  образовательного учреждения высшего образования  ***«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»***  ***(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)*** |

**ФАКУЛЬТЕТ** ***ИУК «Информатика и управление»***

**КАФЕДРА** \_\_***ИУК4 «Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии»***

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

**«Обусловленность вычислительной задачи»**

**ДИСЦИПЛИНА: «Вычислительные алгоритмы»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил: студент гр. ИУК4-42Б | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ( Карельский М.К. )  (Подпись) |
| Проверил: | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ( Никитенко У.В. )  (Подпись) |
| Дата сдачи (защиты):  Результаты сдачи (защиты): | | |
|  | - Балльная оценка:  - Оценка: | |

Калуга, 2022

**Цель:** сформировать практические навыки проведения вычислительных экспериментов, анализа их результатов.

**Задачи:** исследование влияния погрешности входных данных на решение вычислительной задачи, вычисления решения системы линейных уравнений, проверка компланарности векторов пространства, существования обратной матрицы.

**Вариант №15**

**Задание 1.1.**

Экспериментально оценить число обусловленности задачи по отношению к погрешности верного в написанных знаках аргумента х1, полагая, что х2 и х3 точные числа.

**Решение:**

**Задание 1.2.**

Коэффициенты основной матрицы системы точны, а правые части верны в написанных знаках. Не решая системы, априорно оценить относительную погрешность решения:

**Решение:**

**Задание 2.1.**

Дана система уравнений Ax = b порядка n. Исследовать зависимость погрешности решения x от погрешностей правой части системы b.

**Решение:**

A =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X =

1.0e+04 \*

0.0193

-0.2434

0.9814

-1.7910

1.5287

-0.4961

B =

15

15

15

15

15

15

cond(A) = 625076108.4459

B\_i =

15.0318 15.0000 15.0000 15.0000 15.0000 15.0000

15.0000 15.0318 15.0000 15.0000 15.0000 15.0000

15.0000 15.0000 15.0318 15.0000 15.0000 15.0000

15.0000 15.0000 15.0000 15.0318 15.0000 15.0000

15.0000 15.0000 15.0000 15.0000 15.0318 15.0000

15.0000 15.0000 15.0000 15.0000 15.0000 15.0318

X\_i =

1.0e+07 \*

-0.0001 0.0010 -0.0047 0.0083 -0.0049 0.0000

0.0010 -0.0190 0.0873 -0.1479 0.0841 -0.0004

-0.0057 0.1006 -0.4488 0.7391 -0.4093 0.0018

0.0130 -0.2221 0.9652 -1.5544 0.8441 -0.0036

-0.0131 0.2184 -0.9280 1.4675 -0.7848 0.0032

0.0049 -0.0791 0.3298 -0.5137 0.2714 -0.0011

D =

8.2356

122.9989

539.9329

866.9184

472.2901

0.9963

b\_m =

15.0000

15.0000

15.0000

15.0318

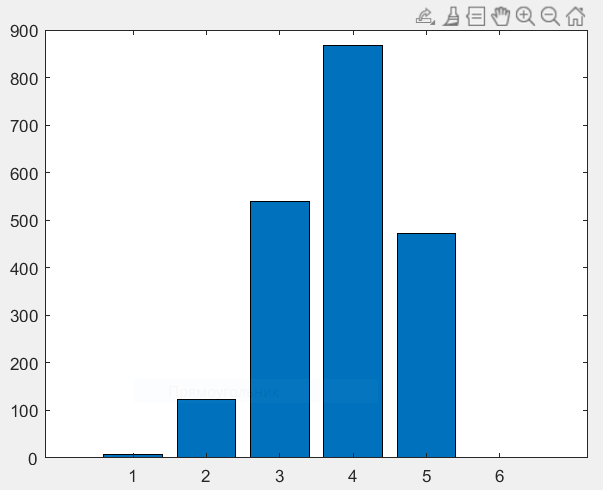
15.0000

15.0000

δ(b\_m) = 0.0021

δ(x\_m) = 1326530.1156

d\_m = 866.9184



**Рисунок 1.** Гистограмма задачи 2.1

Значение практической погрешности сходно с теоретической (dm < δ(x\*)). Обусловленность велика – матрица плохо обусловлена.

**Задание 2.4.**

Найти ранг заданной матрицы A. Затем внести погрешность в 0.1%

1. в элемент;
2. во все элементы матрицы

и снова найти ранг.

**Решение:**

rank(A) = 2.0000

rank(A\_1) = 3.0000

rank(A\_2) = 2.0000

Ранг матрицы равен максимальной степени ненулевого минора. Минор третьей степени исходной матрицы А равен нулю, но после изменения элемента а1 1 получается возмущенная матрица А1 с измененной первой строкой, что в итоге дает ранг третьей степени. Матрица А2 же получается путем умножения матрицы А на константу, что не влияет на ранг.

**Задание 2.6.**

Для системы уравнений Ax=b из задачи 2.1 исследовать зависимость погрешности решения системы от погрешностей коэффициентов матрицы A.

**Листинг:**

A =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X =

1.0e+04 \*

0.0193

-0.2434

0.9814

-1.7910

1.5287

-0.4961

B =

15

15

15

15

15

15

cond(A) = 625076108.4459

A\_1\_1 =

56.5055 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_1\_1 =

1.0e+05 \*

-0.0033

0.0800

-0.4748

1.1265

-1.1679

0.4414

A\_1\_2 =

56.4593 27.1104 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_1\_2 =

1.0e+04 \*

0.0075

-0.0074

-0.3146

1.1619

-1.4586

0.6145

A\_1\_3 =

56.4593 27.0642 17.3736 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_1\_3 =

1.0e+03 \*

0.1030

-0.6368

-0.0565

4.5793

-7.4645

3.4971

A\_1\_4 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5462 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_1\_4 =

1.0e+03 \*

0.1214

-1.0064

1.9730

-0.0449

-2.7863

1.7579

A\_1\_5 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6788 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_1\_5 =

1.0e+03 \*

0.1323

-1.2235

3.1653

-2.7614

-0.0381

0.7362

A\_1\_6 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7890

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_1\_6 =

1.0e+03 \*

0.1404

-1.3869

4.0627

-4.8062

2.0306

-0.0329

A\_2\_1 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.1104 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_2\_1 =

1.0e+04 \*

0.0006

0.1173

-0.9350

2.4482

-2.6471

1.0193

A\_2\_2 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5462 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_2\_2 =

1.0e+04 \*

0.0066

0.0004

-0.3140

1.0745

-1.2940

0.5282

A\_2\_3 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7890 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_2\_3 =

1.0e+03 \*

0.0970

-0.5876

0.0030

3.7921

-6.0906

2.7968

A\_2\_4 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4690 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_2\_4 =

1.0e+03 \*

0.1137

-0.9101

1.7162

0.0025

-2.3576

1.4420

A\_2\_5 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.1151 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_2\_5 =

1.0e+03 \*

0.1243

-1.1139

2.7991

-2.3931

0.0021

0.5857

A\_2\_6 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.2388

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_2\_6 =

1.0e+03 \*

0.1315

-1.2528

3.5373

-4.0260

1.6107

0.0019

A\_3\_1 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3736 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_3\_1 =

1.0e+04 \*

-0.0001

0.1186

-0.8898

2.2529

-2.3761

0.8966

A\_3\_2 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7890 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_3\_2 =

1.0e+04 \*

0.0062

-0.0001

-0.2764

0.9273

-1.0961

0.4401

A\_3\_3 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.7120 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_3\_3 =

1.0e+03 \*

0.0910

-0.5354

-0.0006

3.3005

-5.1937

2.3438

A\_3\_4 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.2388 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_3\_4 =

1.0e+03 \*

0.1069

-0.8309

1.5268

-0.0005

-2.0062

1.2069

A\_3\_5 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3944 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_3\_5 =

1.0e+03 \*

0.1168

-1.0169

2.4880

-2.0777

-0.0004

0.4915

A\_3\_6 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8571

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_3\_6 =

1.0e+03 \*

0.1237

-1.1447

3.1488

-3.5058

1.3786

-0.0004

A\_4\_1 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5462 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_4\_1 =

1.0e+04 \*

0.0000

0.1052

-0.7789

1.9424

-2.0208

0.7536

A\_4\_2 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4690 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_4\_2 =

1.0e+03 \*

0.0584

0.0003

-2.4803

8.1648

-9.5034

3.7668

A\_4\_3 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.2388 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_4\_3 =

1.0e+03 \*

0.0855

-0.4909

0.0003

2.9038

-4.5015

2.0058

A\_4\_4 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1901 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_4\_4 =

1.0e+03 \*

0.1005

-0.7619

1.3693

0.0002

-1.7409

1.0338

A\_4\_5 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5988 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_4\_5 =

1.0e+03 \*

0.1099

-0.9329

2.2327

-1.8311

0.0002

0.4208

A\_4\_6 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.2281

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_4\_6 =

1.0e+03 \*

0.1164

-1.0502

2.8252

-3.0877

1.1949

0.0002

A\_5\_1 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6788 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_5\_1 =

1.0e+04 \*

-0.0000

0.0977

-0.7071

1.7351

-1.7825

0.6579

A\_5\_2 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.1151 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_5\_2 =

1.0e+03 \*

0.0549

-0.0003

-2.2340

7.2496

-8.3388

3.2730

A\_5\_3 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3944 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_5\_3 =

1.0e+03 \*

0.0804

-0.4516

-0.0003

2.5848

-3.9583

1.7462

A\_5\_4 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5988 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_5\_4 =

1.0e+03 \*

0.0946

-0.7016

1.2376

-0.0002

-1.5308

0.9002

A\_5\_5 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1568 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_5\_5 =

1.0e+03 \*

0.1035

-0.8593

2.0181

-1.6302

-0.0002

0.3667

A\_5\_6 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8831

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_5\_6 =

1.0e+03 \*

0.1096

-0.9678

2.5550

-2.7514

1.0526

-0.0002

A\_6\_1 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7890 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_6\_1 =

1.0e+04 \*

0.0001

0.0865

-0.6238

1.5179

-1.5472

0.5672

A\_6\_2 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.2388 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

X\_6\_2 =

1.0e+03 \*

0.0514

0.0009

-2.0337

6.5117

-7.4148

2.8870

A\_6\_3 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8571 1.1819 0.8369 0.6255

X\_6\_3 =

1.0e+03 \*

0.0757

-0.4172

0.0008

2.3179

-3.5163

1.5392

A\_6\_4 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.2281 0.8369 0.6255

X\_6\_4 =

1.0e+03 \*

0.0891

-0.6483

1.1249

0.0007

-1.3622

0.7945

A\_6\_5 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8831 0.6255

X\_6\_5 =

1.0e+03 \*

0.0976

-0.7945

1.8361

-1.4654

0.0006

0.3234

A\_6\_6 =

56.4593 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6717

X\_6\_6 =

1.0e+03 \*

0.1034

-0.8946

2.3234

-2.4698

0.9343

0.0006

D =

7.3747 1.6680 1.2703 1.0091 0.8557 0.7402

2.3670 1.6000 1.2117 1.0001 0.8664 0.7752

2.2579 1.5178 1.1843 1.0000 0.8840 0.8042

2.0845 1.4559 1.1621 1.0000 0.8978 0.8276

1.9688 1.4048 1.1443 1.0000 0.9090 0.8464

1.8475 1.3636 1.1294 1.0000 0.9182 0.8621

A\_m =

56.5055 27.0642 17.3275 12.5000 9.6327 7.7428

27.0642 12.5000 7.7428 5.4228 4.0690 3.1926

17.3275 7.7428 4.6659 3.1926 2.3483 1.8109

12.5000 5.4228 3.1926 2.1439 1.5526 1.1819

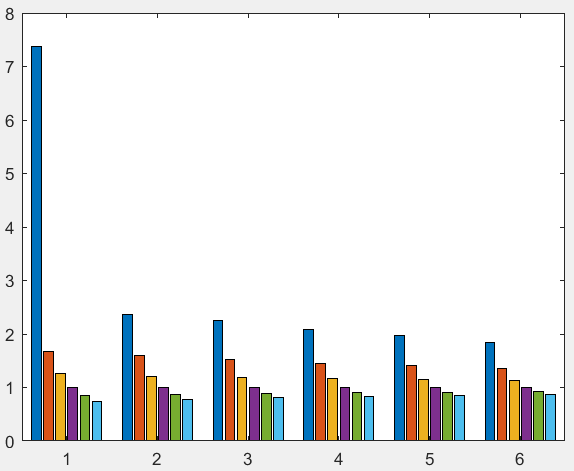
9.6327 4.0690 2.3483 1.5526 1.1106 0.8369

7.7428 3.1926 1.8109 1.1819 0.8369 0.6255

δ(A) = 0.0004

δ(x) = 220771.1924

d\_m = 7.3747



**Рисунок 2.** Гистограмма задачи 2.6

Значение практической погрешности сходно с теоретической (dm < δ(x\*)). Обусловленность велика – матрица плохо обусловлена.

**Вывод:** в ходе работы были получены практические навыки проведения вычислительных экспериментов, анализа их результатов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Листинг 2.1.15:**

N = 15;

n = 6;

A = zeros(n, n);

for i = 1:n

for j = 1:n

c = 0.1 \* N \* i \* j;

A(i, j) = 88.5 / (c + 0.03 \* c^2);

end

end

B = zeros(n, 1) + N;

X = A\B;

c = cond(A, 1);

disp('A = ');

disp(A);

disp('X = ');

disp(X);

disp('B = ');

disp(B);

fprintf('cond(A) = %.4f\n\n', c);

B\_i = zeros(n, n);

D = zeros(n, 1);

X\_i = zeros(n, n);

delta = rand();

for i = 1:n

for k = 1:n

if k == i

B\_i(i, k) = B(k) + delta;

else

B\_i(i, k) = B(k);

end

end

X\_i(:, i) = A\B\_i(:, i);

D(i) = norm(X - X\_i(:, i), Inf) / norm(X, Inf);

end

disp('B\_i = ');

disp(B\_i);

disp('X\_i = ');

disp(X\_i);

disp('D = ');

disp(D);

bar(1:n, D);

[d\_m, index] = max(D);

b\_m = B\_i(:, index);

delta\_b = norm(B - b\_m, "inf") / norm(B, "inf");

delta\_x\_m = c \* delta\_b;

disp('b\_m = ');

disp(b\_m);

fprintf('δ(b\_m) = %.4f\n', delta\_b);

fprintf('δ(x\_m) = %.4f\n', delta\_x\_m);

fprintf('d\_m = %.4f\n', d\_m);

**Листинг 2.4.4:**

N = 4;

A = [2 15 22 7; 1 14.1 18.8 2.3; 2 4 9 9; -0.4 2.5 2.1 -2.4];

rank\_A = rank(A);

modified\_A = zeros(N, N) + A;

modified\_A(1, 1) = 1.001 \* A(1, 1);

rank\_modified\_A = rank(modified\_A);

modified\_A\_2 = 1.001 \* A;

rank\_modified\_A\_2 = rank(modified\_A\_2);

fprintf('rank(A) = %.4f\n', rank\_A);

fprintf('rank(A\_1) = %.4f\n', rank\_modified\_A);

fprintf('rank(A\_2) = %.4f\n', rank\_modified\_A\_2);

**Листинг 2.6:**

N = 15;

n = 6;

A = zeros(n, n);

for i = 1:n

for j = 1:n

c = 0.1 \* N \* i \* j;

A(i, j) = 88.5 / (c + 0.03 \* c^2);

end

end

B = zeros(n, 1) + N;

X = A\B;

c = cond(A, 1);

disp('A = ');

disp(A);

disp('X = ');

disp(X);

disp('B = ');

disp(B);

fprintf('cond(A) = %.4f\n\n', c);

D = zeros(n, n);

X\_ = zeros(n, 1);

delta = rand();

for k = 1:n

for j = 1:n

A\_ = A;

A\_(k, j) = A(k, j) + delta;

X\_ = A\_ \ B;

D(k, j) = norm(X - X\_, Inf) / norm (X, Inf);

fprintf('A\_%i\_%i =\n', k, j);

disp(A\_);

fprintf('X\_%i\_%i =\n', k, j);

disp(X\_);

end

end

disp('D = ');

disp(D);

bar(1:n, D);

rel\_dx = max(max(D));

[rel\_dx\_i, rel\_dx\_j] = find(D == rel\_dx);

A\_ = A;

A\_(rel\_dx\_i, rel\_dx\_j) = A(rel\_dx\_i, rel\_dx\_j) + delta;

rel\_A = norm(A - A\_, "inf")/norm(A, "inf");

rel\_xm = c \* rel\_A;

disp('A\_m = ');

disp(A\_);

fprintf('δ(A) = %.4f\n', rel\_A);

fprintf('δ(x) = %.4f\n', rel\_xm);

fprintf('d\_m = %.4f\n', rel\_dx);