

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»**

Образовательная программа
«Прикладная математика»

**ОТЧЕТ
По лабораторной работе № 1**

По предмету
«Численные методы»

По теме
«Теория погрешностей и машинная арифметика»

Выполнил
студент группы БПМ211
Кудряшов Максим Дмитриевич

Проверил
Брандышев Петр Евгеньевич

Москва - 2024

Содержание

1	3.1.8	2
1.1	Постановка задачи	2
1.2	Теория	2
1.3	аналитическое решение тестового примера и результат вычислительного эксперимента по тесту	2
1.4	Код на Python	2
1.5	Результаты	3
2	3.2	3
3	3.8.2	3

1 3.1.8

1.1 Постановка задачи

Дана система уравнений $Ax = b$ порядка $n = 6$. Исследовать зависимость погрешности решения x от погрешностей правой части системы b .

$$A_{ij} = \frac{1}{\sqrt{c_{ij}^2 + 0.58c_{ij}}}$$

$$b_i = N$$

$$c_{ij} = 0.1Nij$$

$$N = 8$$

1.2 Теория

1.3 аналитическое решение тестового примера и результат вычислительного эксперимента по тесту

1.4 Код на Python

```

1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  import os
4
5  output_file_path = "3.1.8.txt"
6
7  n = 6
8  N = 8
9
10 os.remove(output_file_path)
11 with open(output_file_path, "a") as f:
12     # заполним матрицу A
13     A = np.empty((n, n))
14     for i in range(n):
15         for j in range(n):
16             c = 0.1 * N * (i + 1) * (j + 1)
17             A[i][j] = 1 / np.sqrt(c ** 2 + 0.58 * c)
18
19     # заполним вектор b
20     b = np.full(n, N, dtype=float)
21
22     # найдем решение через встроенную функцию
23     x = np.linalg.solve(A, b)
24     print(f"x = {x}", file=f)
25

```

```

26     # найдем число обусловленности через встроенную функцию
27     A_cond = np.linalg.cond(A, np.inf)
28     print(f"{A_cond = }", file=f)
29
30     # найдем вектор d
31     delta = 0.01
32     d = np.empty(n)
33     for i in range(n):
34         bi = b.copy()
35         bi[i] += delta
36         xi = np.linalg.solve(A, bi)
37         d[i] = np.linalg.norm(x - xi, ord=np.inf) / np.linalg.norm(x, ord=np.inf)
38     print(f"{d = }", file=f)
39
40     # найдем что оказывает наибольшее влияние на погрешность
41     d_max = d.max()
42     d_max_index = list(d).index(d_max)
43     print(f'{d_max = } with {d_max_index = }', file=f)
44
45     # построим гистограмму
46     plt.bar(list(range(0, len(d))), d)
47     plt.savefig('3.1.8.png', dpi=300)
48     plt.show()
49
50 with open(output_file_path, "r") as f:
51     print(f.read())

```

1.5 Результаты

```

1  x = array([ 2.28625963e+06, -1.97930833e+08,  2.39587644e+09, -8.96828858e+09,
2         1.27233076e+10, -6.02721331e+09])
3  A_cond = 1678868976234.5142
4  d = array([3.51734564e-05, 3.22632488e-03, 3.98622979e-02, 1.50788406e-01,
5         2.15293455e-01, 1.02426195e-01])
6  d_max = 0.21529345458471325 with d_max_index = 4

```

2 3.2

3 3.8.2

