

Липецкий государственный технический университет

Факультет автоматизации и информатики
Кафедра прикладной математики

Отчёт по лабораторной работе №1
по «Методам оптимизации»
«Решение систем линейных уравнений»
Вариант 2

Студенты

подпись, дата

Медведева В.С.

фамилия, инициалы

Группа ПМ-18-1

подпись, дата

Кадакина С.А.

фамилия, инициалы

Руководитель

учёная степень, учёное звание

подпись, дата

Хабибуллина Е.Л.

фамилия, инициалы

Липецк 2021 г.

Цель работы

Освоить алгоритм решения систем линейных уравнений, а также рекуррентные алгоритмы псевдообращения.

Задание кафедры

1. Записать систему уравнений.
2. Записать систему линейных уравнений в матричном виде.
3. Решить систему с использованием алгоритма Фадеева.
4. Сделать выводы, в которых необходимо отразить:
 - влияние на решение алгоритмов псевдообращения;
 - анализ полученного решения;
 - анализ эффективности программной реализации используемого метода.

Оглавление

1. Теоретическая часть	4
1.1. СЛАУ	4
1.2. Алгоритм Фаддеева для нахождения псевдообратной матрицы	4
2. Практическая часть	5
2.1. Руководство пользователя	5
2.2. Решение задач	10
Заключение	30

1. Теоретическая часть

1.1. СЛАУ

Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) имеет вид:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i, i = 1, 2, \dots, m. \quad (1)$$

То есть, система будет иметь m - уравнений и n - неизвестных. Данную систему можно привести к матричному виду:

$$A_{m,n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}, B_{m,1} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}, X_{1,n} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Матрица A содержит коэффициенты при n -неизвестных m -уравнений. Матрица B состоит из правой части системы. Матрица X - это неизвестные переменные системы линейных алгебраических уравнений.

Один из методов решения СЛАУ является матричное решение с помощью псевдообратных матриц. Такое решение будет иметь вид:

$$X = A^+B, \quad (3)$$

где матрица $A_{n,m}^+$ - псевдообратная матрица для матрицы A .

1.2. Алгоритм Фаддеева для нахождения псевдообратной матрицы

Для нахождения псевдообратной матрицы используем метод Фаддеева.

Пусть $A \in R_r^{m,n}$, $A^+ \in R_r^{n,m}$ может быть определена алгоритмом:

Шаг 1. Пусть $\Phi = I$, $\phi = \text{tr}(A^T A)$.

Пусть на $(i-1)$ -шаге были получены Φ_{i-1} и ϕ_{i-1} .

Шаг i . $\Phi_i = \phi_{i-1}I - A^T A \Phi_{i-1}$, $\phi = \text{tr}(A^T A \Phi_i)/i$, где $i = 2, \dots, k$. k будет наибольшим числом, при котором $\phi_k \neq 0$

Шаг k . $A^+ = \phi_k^{-1} \Phi_k A^T$.

2. Практическая часть

2.1. Руководство пользователя

При запуске приложение имеет вид, изображённый на рисунке 1 с открытой вкладкой "Дано".

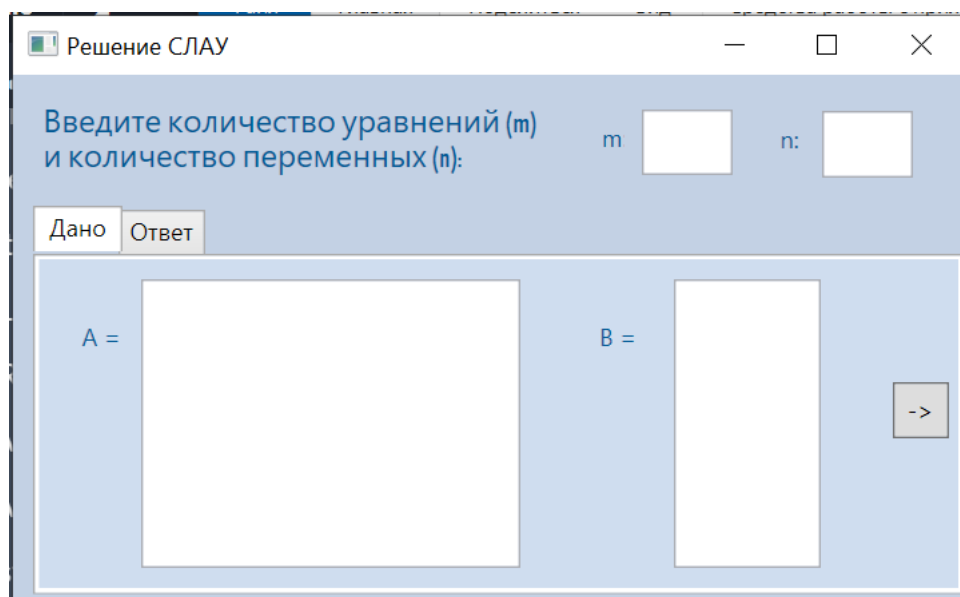


Рисунок 1 – Вид приложения при запуске

Для того, чтобы ввести систему линейных алгебраических уравнений, необходимо сначала задать размер этой системы в правом верхнем углу (см. рис. 2), где m - это количество уравнений системы, n - количество неизвестных.

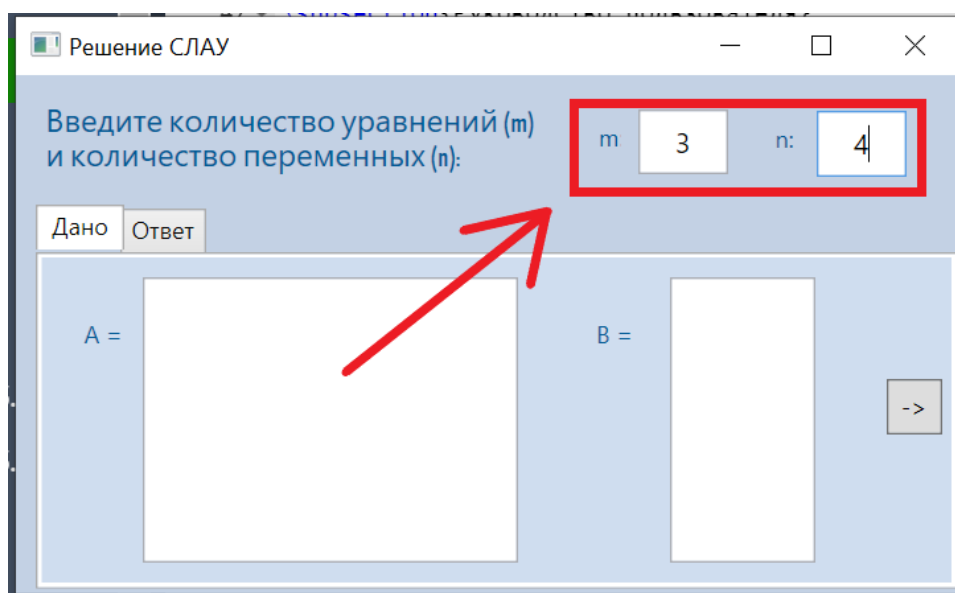


Рисунок 2 – Ввод размера СЛАУ

Коэффициенты при неизвестных a_{ij} и правая часть b_i системы 4 принимаются в матричном виде 2. Таким образом, ввод матрицы A и матрицы B, может осуществляться несколькими способами.

Для примера возьмём систему из 3 уравнений с 3 неизвестными:

$$A_{3,3} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, B_{3,1} = \begin{pmatrix} 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

- с помощью комбинации пробелов, запятых, точек с запятой, табуляцией (нажатие клавиши "Tab") таким образом, чтобы элементы матриц вводились построчно слева-направо и сверху-вниз (см. рис. 3);

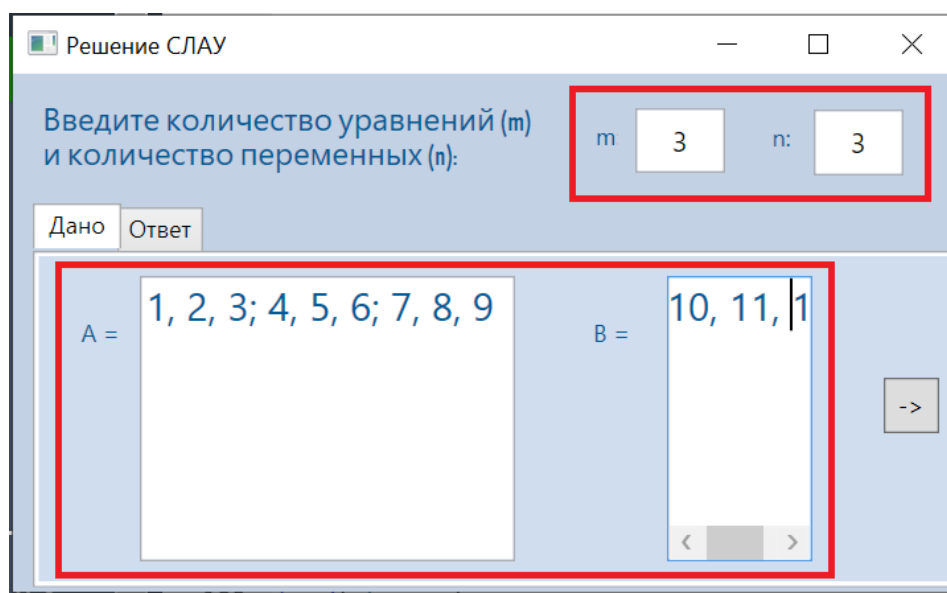


Рисунок 3 – Ввод матриц A и B с помощью разделителей

- с помощью комбинации вышеперечисленных разделителей и переноса строки (нажатие клавиши "Enter") таким образом, чтобы элементы матриц вводились построчно слева-направо и сверху-вниз (см. рис. 4);

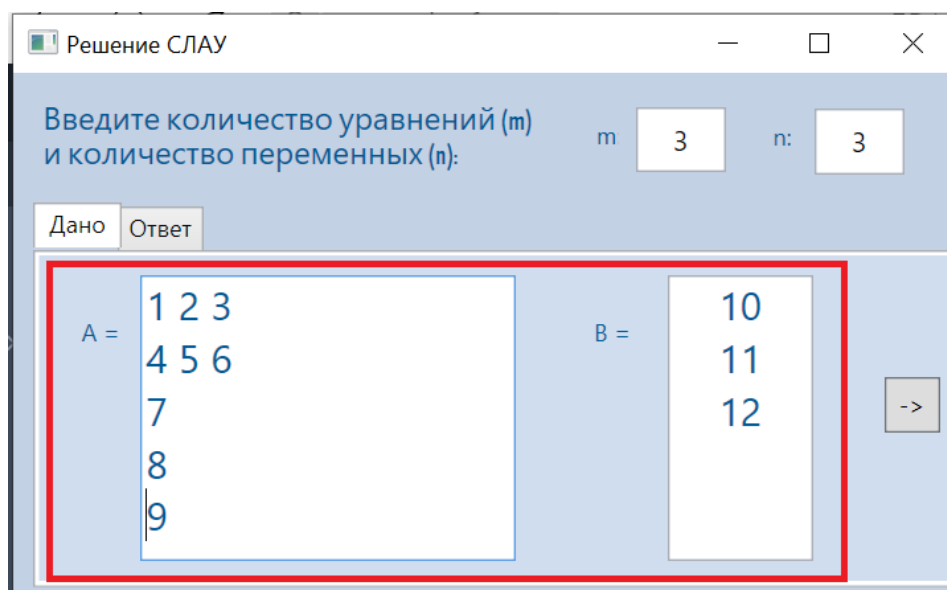


Рисунок 4 – Ввод матриц A и B с помощью переноса строки и разделителей

С нажатием кнопки (см. рис. 5) приложение производит вычисления.

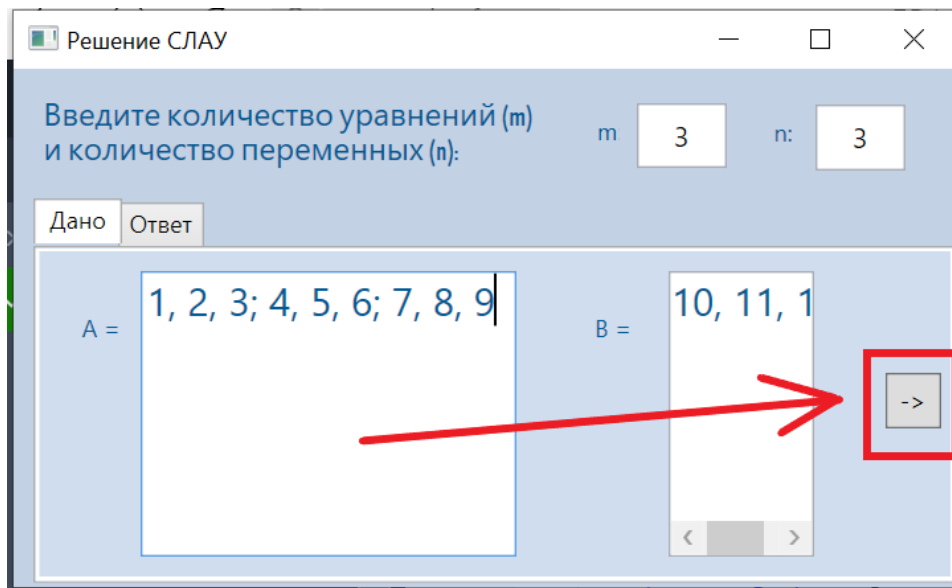


Рисунок 5 – Кнопка для получения ответа

С нажатием кнопки во вкладке "Ответ" производится вывод матрицы X и норма невязки (см. рис. 6).

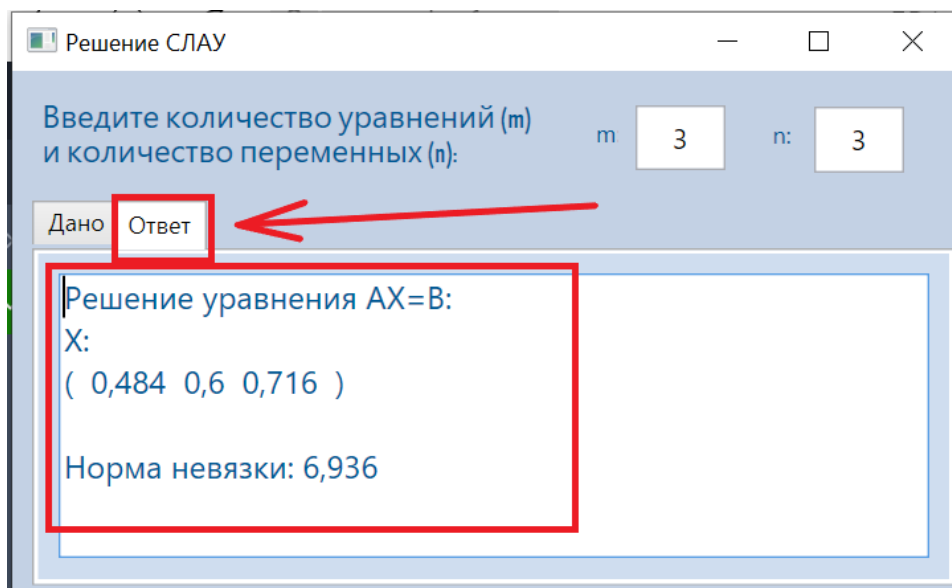


Рисунок 6 – Вид вкладки "Ответ"

Также после нажатия кнопки приложение создает файл расширения .txt под названием "Промежуточные вычисления" и выводит в него нахождение псевдообратной матрицы методом Фаддеева (см. подраздел 1.2., рис. 7).

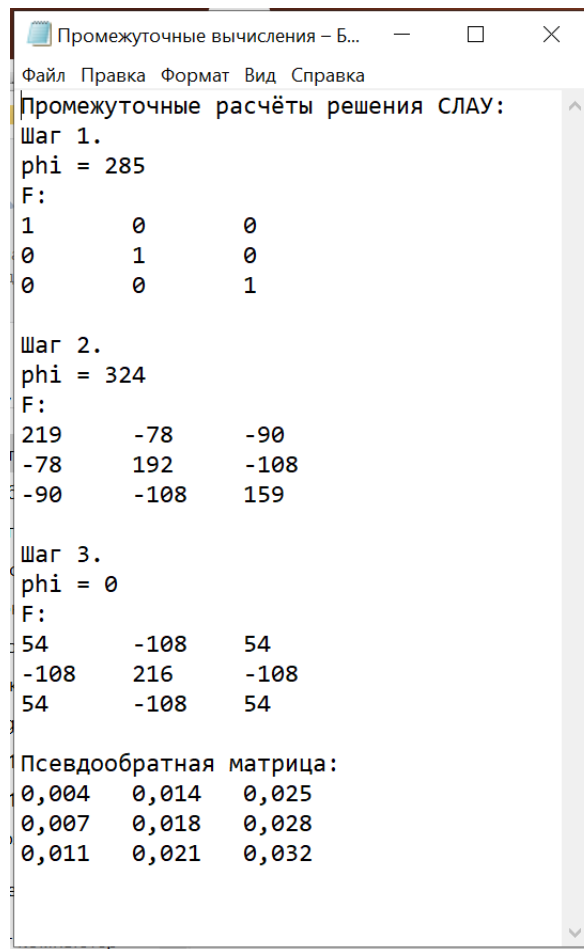


Рисунок 7 – Вид файла "Промежуточные вычисления"

2.2. Решение задач

Ниже представлено решение задач по варианту 2 с помощью реализованного приложения.

Задача 1. Требуется приготовить смесь химических веществ. Известно b_i – количество i -го химического элемента, которое должно содержаться в смеси, а a_{ij} – содержание i -го элемента в единичном количестве j -го вещества. Найти количество j -го вещества, содержащегося в этой смеси.

2	M1	2	1	9	3	5	9	82	3
	M2	5	10	10	9	3	5	140	5
	M3	7	3	8	9	7	7	121	4
	M4	6	7	4	2	4	10	99	2
	M5	6	6	9	1	4	10	112	4
	M6	6	9	8	5	7	4	137	1

Рисунок 8 – Вариант по задаче

Система будет иметь вид:

$$\begin{cases} 2x_1 + 1x_2 + 9x_3 + 3x_4 + 5x_5 + 9x_6 = 82 \\ 5x_1 + 10x_2 + 10x_3 + 9x_4 + 3x_5 + 5x_6 = 140 \\ 7x_1 + 3x_2 + 8x_3 + 9x_4 + 7x_5 + 7x_6 = 121 \\ 6x_1 + 7x_2 + 4x_3 + 2x_4 + 4x_5 + 10x_6 = 99 \\ 6x_1 + 6x_2 + 9x_3 + 1x_4 + 4x_5 + 10x_6 = 112 \\ 6x_1 + 9x_2 + 8x_3 + 5x_4 + 7x_5 + 4x_6 = 137 \end{cases}$$

Результат работы программы:

Решение СЛАУ

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n): m n:

Дано Ответ

A =

2	1	9	3	5	9
5	10	10	9	3	5
7	3	8	9	7	7
6	7	4	2	4	10
6	6	9	1	4	10

B =

82
140
121
99
112

->

Рисунок 9 – Ввод данных

Решение СЛАУ

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n): m n:

Дано Ответ

Решение уравнения $AX=B$:

X:

(3 5 4 2 4 1)

Норма невязки: 0

Рисунок 10 – Ответ

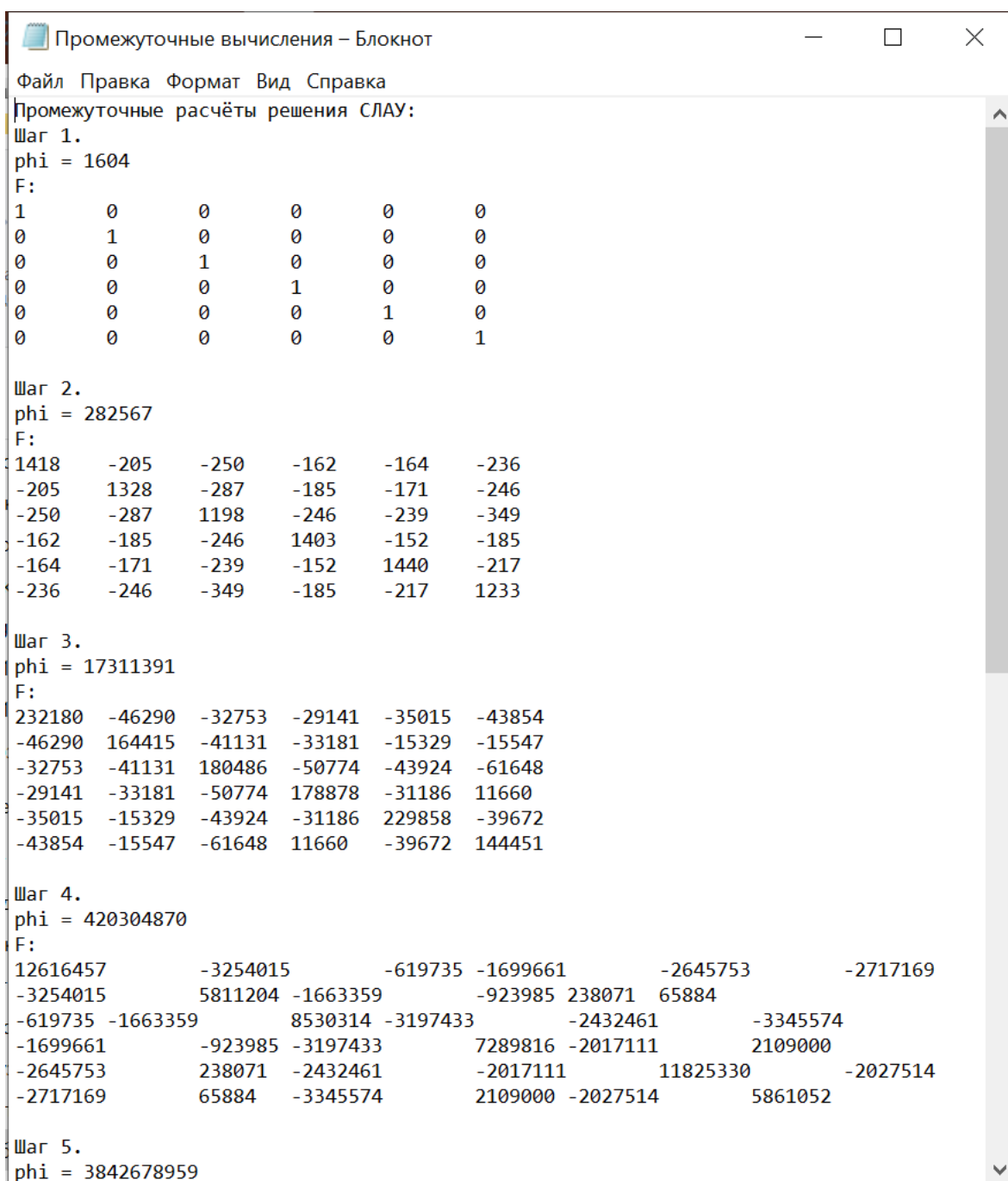


Рисунок 11 – Промежуточные вычисления

Шар 5.					
phi = 3842678959					
F:					
246151151	-75116978	30144019	-42955867	-82668081	-
64073262					
-75116978	74889294	-31580219	-1390343	24590625	
13736501					
30144019	-31580219	124847192	-58989464	-41751139	-
61058716					
-42955867	-1390343	-58989464	104338551	-33966502	
50982550					
-82668081	24590625	-41751139	-33966502	202073690	-
25962250					
-64073262	13736501	-61058716	50982550	-25962250	
88309862					
Шар 6.					
phi = 8803693584					
F:					
1559246183	-534933782	468696301	-342043157	-737451145	-
476168505					
-534933782	308774492	-221587810	83596178	258436378	
151142874					
468696301	-221587810	481659359	-254481943	-318553859	-
291092979					
-342043157	83596178	-254481943	329238815	28825963	
220504875					
-737451145	258436378	-318553859	28825963	830400983	
97327767					
-476168505	151142874	-291092979	220504875	97327767	
333359127					
Псевдообратная матрица:					
-0,25	-0,061	0,169	-0,103	0,262	-0,055
0,017	0,055	-0,11	0,088	-0,082	0,071
0,008	0,028	-0,01	-0,171	0,157	0,001
0,026	0,083	0,06	0,056	-0,135	-0,069
0,117	-0,119	-0,021	0,053	-0,161	0,193
0,083	0,019	-0,024	0,136	-0,071	-0,08

Рисунок 12 – Промежуточные вычисления

Задача 2. В n городах находятся предприятия по производству мебели, которые закупают древесину у одной фирмы по договорной цене. Фирма поставляет в каждый город в некоторый промежуток времени m различных сортов древесины одинаковым объёмом в каждый город по цене i_j за единицу объёма древесины j -го сорта ($j = 1...m$) для i -го города ($i = 1...n$). Какой объём древесины j -го сорта поставляет фирма в каждый город, если покупка j -го сорта древесины стоит предприятию s_j ?

2	9	10	1	5	9	8	235
	9	1	2	4	6	8	137
	5	7	4	6	1	9	190
	7	3	10	5	8	2	210
	6	4	3	8	6	1	151

Рисунок 13 – Вариант по задаче

Система будет иметь вид:

$$\begin{cases} 10x_1 + 1x_2 + 5x_3 + 9x_4 + 8x_5 = 235 \\ 1x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 6x_4 + 8x_5 = 137 \\ 7x_1 + 4x_2 + 6x_3 + 1x_4 + 9x_5 = 190 \\ 3x_1 + 10x_2 + 5x_3 + 8x_4 + 2x_5 = 210 \\ 4x_1 + 3x_2 + 8x_3 + 6x_4 + 1x_5 = 151 \end{cases}$$

Результат работы программы:

Решение СЛАУ

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n): m n:

Дано Ответ

A =

10	1	5	9	8
1	2	4	6	8
7	4	6	1	9
3	10	5	8	2
4	3	8	6	1

B =

235
137
190
210
151

->

Рисунок 14 – Ввод данных

Решение СЛАУ

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n): m n:

Дано Ответ

Решение уравнения $AX=B$:

X:

(9 9 5 7 6)

Норма невязки: 0

Рисунок 15 – Ответ

```
Промежуточные вычисления – Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Промежуточные расчёты решения СЛАУ:
Шаг 1.
phi = 903
F:
1      0      0      0      0
0      1      0      0      0
0      0      1      0      0
0      0      0      1      0
0      0      0      0      1

Шаг 2.
phi = 143164
F:
728      -82      -143      -151      -161
-82      773      -111      -123      -83
-143      -111      737      -163      -144
-151      -123      -163      685      -151
-161      -83      -144      -151      689

Шаг 3.
phi = 8013079
F:
91659      -1227      -23467      -19304      -32555
-1227      83737      -23650      -25257      1362
-23467      -23650      100897      -27607      -18463
-19304      -25257      -27607      81134      -13129
-32555      1362      -18463      -13129      72065

Шаг 4.
phi = 182069388
F:
3585408 324766 -1241046      -740390 -1394336
324766 2846598 -1272683      -959060 175315
-1241046      -1272683      4403721 -1187505      -668292
-740390 -959060 -1187505      2829802 -261945
-1394336      175315 -668292 -261945 2360629
```

Рисунок 16 – Промежуточные вычисления


```

Шаг 5.
phi = 1408801156
F:
41748740      8330928 -21280780      -7102572      -15308848
8330928 30061884      -20067118      -9121376      2012042
-21280780      -20067118      59586456      -14080386
-6366986
-7102572      -9121376      -14080386      28052832
-1438382
-15308848      2012042 -6366986      -1438382      22619476

Псевдообратная матрица:
0,094  -0,136  0,038  0,01  -0,026
-0,038  -0,036  0,048  0,111  -0,064
-0,08  0,029  0,04  -0,065  0,171
0,064  0,053  -0,11  0,027  -0,001
-0,011  0,096  0,046  -0,017  -0,065

```

Рисунок 17 – Промежуточные вычисления

Задача 3. Детский дом закупает к Новому Году n видов одежды разных размеров, причём приобретается L_{ij} штук i -го размера j -й одежды. Конкретный вид одежды приобретается на сумму s_j . Определить, на какую стоимость приобретается одежда i -го размера.

2	10	9	3	2	8	7	7	293
	10	1	8	7	8	9	3	267
	2	9	10	2	2	3	2	249
	8	2	1	8	1	3	3	99
	9	9	3	2	10	10	4	318
	6	8	1	2	8	6	9	266

Рисунок 18 – Вариант по задаче

Система будет иметь вид:

$$\begin{cases} 9x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 8x_4 + 7x_5 + 7x_6 = 293 \\ 1x_1 + 8x_2 + 7x_3 + 8x_4 + 9x_5 + 3x_6 = 267 \\ 9x_1 + 10x_2 + 2x_3 + 2x_4 + 3x_5 + 2x_6 = 249 \\ 2x_1 + 1x_2 + 8x_3 + 1x_4 + 3x_5 + 3x_6 = 99 \\ 9x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 10x_4 + 10x_5 + 4x_6 = 318 \\ 8x_1 + 1x_2 + 2x_3 + 8x_4 + 6x_5 + 9x_6 = 266 \end{cases}$$

Результат работы программы:

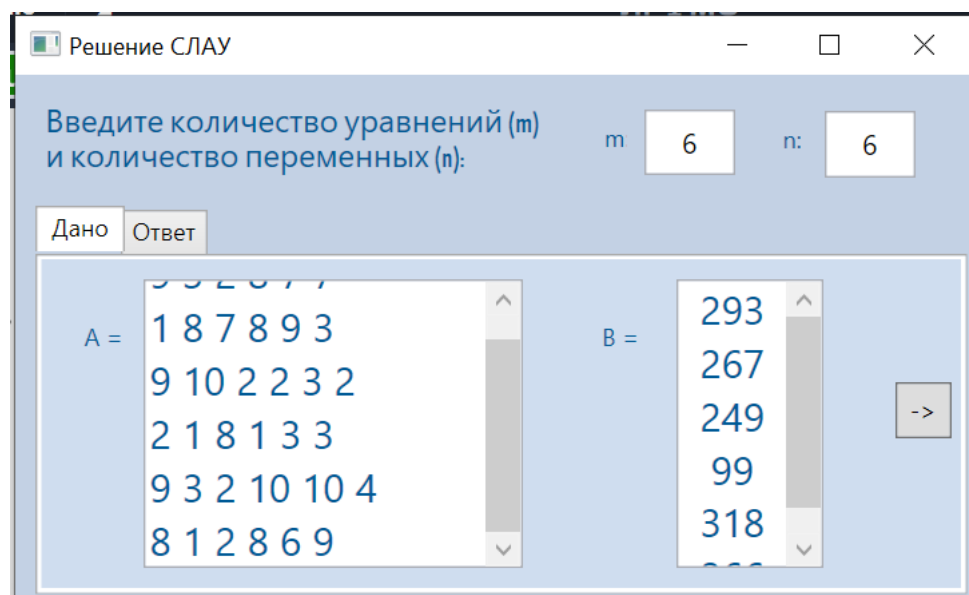


Рисунок 19 – Ввод данных

Решение СЛАУ

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n):

m: 6 n: 6

Дано Ответ

Решение уравнения $AX=B$:

X:

(10 10 2 8 9 6)

Норма невязки: 0

Рисунок 20 – Ответ

```
Промежуточные вычисления – Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Промежуточные расчёты решения СЛАУ:
Шаг 1.
phi = 1374
F:
1      0      0      0      0      0
0      1      0      0      0      0
0      0      1      0      0      0
0      0      0      1      0      0
0      0      0      0      1      0
0      0      0      0      0      1

Шаг 2.
phi = 311740
F:
1062   -162   -93   -254   -243   -198
-162   1190   -98   -147   -162   -89
-93    -98   1245  -120   -139   -89
-254   -147  -120   1077   -285   -199
-243   -162  -139   -285   1090   -185
-198   -89   -89   -199   -185   1206

Шаг 3.
phi = 25296636
F:
178058 -38796 10986 -50679 -40863 -58816
-38796 184402 -40833 -14482 -35424 9063
10986 -40833 211030 -18406 -44439 -19122
-50679 -14482 -18406 213222 -86974 -54111
-40863 -35424 -44439 -86974 222244 -38952
-58816 9063 -19122 -54111 -38952 238004
```

Рисунок 21 – Промежуточные вычисления

Шаг 4.						
phi = 753785403						
F:						
9453537	-3479317	2821481	-2440038	-1580629	-5254530	
-3479317	8714189	-3340742	240507	-2258778	2816741	
2821481	-3340742	11141301	-174618	-3983866	-2226256	
-2440038	240507	-174618	14735421	-8837604	-4288866	
-1580629	-2258778	-3983866	-8837604	16018468	-2064697	
-5254530	2816741	-2226256	-4288866	-2064697	15826992	
Шаг 5.						
phi = 5846648094						
F:						
149792919	-85383150	77988237	-7494498	-9348480	-152507955	
-85383150	121294255	-65038970	15439467	-50010077	107468532	
77988237	-65038970	154400875	67765080	-100019084	-107127789	
-7494498	15439467	67765080	354936123	-318036237	-99599148	
-9348480	-50010077	-100019084	-318036237	408998833	10695570	
-152507955	107468532	-107127789	-99599148	10695570	318147801	
Шаг 6.						
phi = 17288964						
F:						
62279847	-9447543	148311135	384598935	-403102035	-158640363	
-9447543	1726011	-22211595	-57146607	59788323	23840271	
148311135	-22211595	355064535	921251583	-965537055	-379132299	
384598935	-57146607	921251583	2393368803	-2508038127	-984221847	
-403102035	59788323	-965537055	-2508038127	2628592407	1031165667	
-158640363	23840271	-379132299	-984221847	1031165667	405616491	
Псевдообратная матрица:						
-1,539	-0,126	0,305	0,056	0,532	0,916	
0,229	0,076	0,032	-0,065	-0,144	-0,125	
-3,724	-0,066	0,604	0,126	1,094	2,256	
-9,626	-0,108	1,539	-0,078	2,827	5,95	
10,086	0,172	-1,682	0,03	-2,859	-6,268	
4,002	0,1	-0,656	-0,022	-1,307	-2,301	

Рисунок 22 – Промежуточные вычисления

Задача 4. Фирма производит n видов продукции. Для i -го изделия требуется V_i единиц сырья в неделю. Фирма получает от поставщиков v единиц сырья в неделю. Каждое изделие проходит последовательную обработку на k станках. Для одного i -го изделия требуется t_{ik} минут машинного времени k -го станка. В неделю k -й станок работает k минут. Сколько изделий каждого вида выпускает в неделю предприятие?

2	9	6	6	3	3	9	1	193	3	161
	7	3	6	4	6	1	1	160	1	
	7	3	6	2	4	4	8	171	2	
	9	7	1	9	1	3	4	173	8	
	5	10	4	7	9	7	7	311	1	
	4								9	

Рисунок 23 – Вариант по задаче

Система будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} 6x_1 + 6x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 9x_5 + 1x_6 = 193 \\ 3x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 6x_4 + 1x_5 + 1x_6 = 160 \\ 3x_1 + 6x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 8x_6 = 171 \\ 7x_1 + 1x_2 + 9x_3 + 1x_4 + 3x_5 + 4x_6 = 173 \\ 10x_1 + 4x_2 + 7x_3 + 9x_4 + 7x_5 + 7x_6 = 331 \\ 3x_1 + 1x_2 + 2x_3 + 8x_4 + 1x_5 + 9x_6 = 161 \end{array} \right.$$

Результат работы программы:

Решение

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n): m 6 n: 6

Дано Ответ

A =

6	6	3	3	9	1
3	6	4	6	1	1
3	6	2	4	4	8
7	1	9	1	3	4
10	4	7	9	7	7
1	1	1	1	1	1

B =

193
160
171
173
311
193

->

Рисунок 24 – Ввод данных

Решение

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n): m 6 n: 6

Дано Ответ

Решение уравнения $AX=B$:

X:

(9 7 7 9 5 4)

Норма невязки: 0

Рисунок 25 – Ответ

Промежуточные вычисления – Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

Промежуточные расчёты решения СЛАУ:

Шаг 1.
 $\phi = 1077$
 F:

1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1

Шаг 2.
 $\phi = 200732$
 F:

865	-122	-175	-169	-163	-158
-122	951	-93	-123	-116	-101
-175	-93	914	-129	-117	-126
-169	-123	-129	870	-123	-180
-163	-116	-117	-123	920	-112
-158	-101	-126	-180	-112	865

Шаг 3.
 $\phi = 13606505$
 F:

142955	-18230	-50724	-25132	-42294	-20126
-18230	143225	-9769	-26449	-34896	-8513
-50724	-9769	137230	-13118	-19277	-15085
-25132	-26449	-13118	128502	-10631	-49285
-42294	-34896	-19277	-10631	137679	-4944
-20126	-8513	-15085	-49285	-4944	113337

Шаг 4.
 $\phi = 365638761$
 F:

8721943	-396132	-4327421		-1346543		-3266771		-827036
-396132	6853708	30063	-1976113		-2814282		119437	
-4327421		30063	6871573	-126930	-325171	-571635		
-1346543		-1976113		-126930	6378261	82647	-3196195	
-3266771		-2814282		-325171	82647	7049510	177510	
-827036	119437	-571635	-3196195		177510	4944520		

Рисунок 26 – Промежуточные вычисления

Шаг 5.
 $\phi = 3327175680$
F:

212934752	16386600	-124007336	-37633108	-98281272	-9214892
16386600	105059272	-3831504	-46224486	-62450754	12155690
-124007336	-3831504	126520165	10368326	28595631	-4668871
-37633108	-46224486	10368326	97489889	24038585	-51415717
-98281272	-62450754	28595631	24038585	125804382	-689854
-9214892	12155690	-4668871	-51415717	-689854	63469062

Шаг 6.
 $\phi = 928908484$
F:

1722922380	450134832	-1059683484	-467248172	-1009251972	61205928
450134832	149046632	-275552172	-135474696	-280662508	20585880
-1059683484	-275552172	667077322	284304176	612886314	-40608498
-467248172	-135474696	284304176	152944738	276388950	-32074462
-1009251972	-280662508	612886314	276388950	614851372	-37869412
61205928	20585880	-40608498	-32074462	-37869412	20333236

Псевдообратная матрица:

-0,608	-0,13	0,359	-0,298	0,829	-0,75
-0,154	0,075	0,209	-0,081	0,139	-0,249
0,342	0,123	-0,252	0,292	-0,5	0,432
0,162	0,091	-0,199	0,007	-0,148	0,261
0,457	-0,027	-0,241	0,151	-0,429	0,433
-0,051	-0,07	0,117	0,021	-0,001	0,012

Рисунок 27 – Промежуточные вычисления

Задача 5. m студентов должны сдать зачёт k преподавателям. N_{ij} – число раз сдачи одного и того же зачёта i -м студентом j -му преподавателю. i -й студент тратит на все зачёты t_i единиц времени. Определить, какое время отводит каждый преподаватель для своего зачёта.

2	3	2	1	9	3	5	9	82
	5	5	10	10	9	3	5	140
	4	7	3	8	9	7	7	121
	2	6	7	4	2	4	10	99
	4	6	6	9	1	4	10	112
	1	6	9	8	5	7	4	137

Рисунок 28 – Вариант по задаче

Система будет иметь вид:

$$\begin{cases} 2x_1 + 1x_2 + 9x_3 + 3x_4 + 5x_5 + 9x_6 = 82 \\ 5x_1 + 10x_2 + 10x_3 + 9x_4 + 3x_5 + 5x_6 = 140 \\ 7x_1 + 3x_2 + 8x_3 + 9x_4 + 7x_5 + 7x_6 = 121 \\ 6x_1 + 7x_2 + 4x_3 + 2x_4 + 4x_5 + 10x_6 = 99 \\ 6x_1 + 6x_2 + 9x_3 + 1x_4 + 4x_5 + 10x_6 = 112 \\ 6x_1 + 9x_2 + 8x_3 + 5x_4 + 7x_5 + 4x_6 = 137 \end{cases}$$

Результат работы программы:

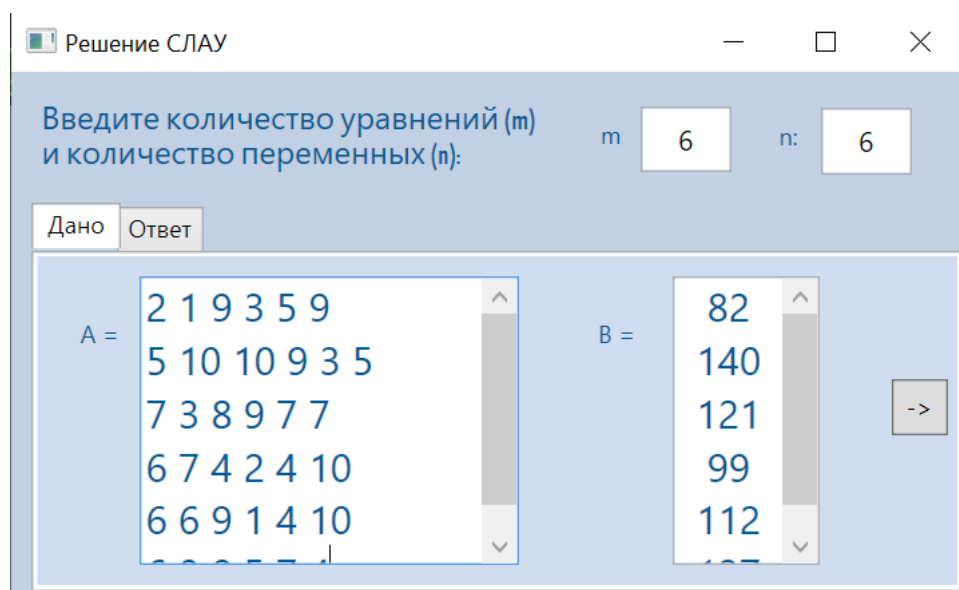


Рисунок 29 – Ввод данных

Решение СЛАУ

Введите количество уравнений (m) и количество переменных (n):

m: 6 n: 6

Дано Ответ

Решение уравнения $AX=B$:

X:

(3 5 4 2 4 1)

Норма невязки: 0

Рисунок 30 – Ответ

Промежуточные вычисления – Блокнот

Файл Правка **Формат** Вид Справка

Промежуточные расчёты решения СЛАУ:

Шаг 1.

$\phi = 1604$

F:

1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1

Шаг 2.

$\phi = 282567$

F:

1418	-205	-250	-162	-164	-236
-205	1328	-287	-185	-171	-246
-250	-287	1198	-246	-239	-349
-162	-185	-246	1403	-152	-185
-164	-171	-239	-152	1440	-217
-236	-246	-349	-185	-217	1233

Шаг 3.

$\phi = 17311391$

F:

232180	-46290	-32753	-29141	-35015	-43854
-46290	164415	-41131	-33181	-15329	-15547
-32753	-41131	180486	-50774	-43924	-61648
-29141	-33181	-50774	178878	-31186	11660
-35015	-15329	-43924	-31186	229858	-39672
-43854	-15547	-61648	11660	-39672	144451

Шаг 4.

$\phi = 420304870$

F:

12616457	-3254015	-619735	-1699661	-2645753	-2717169
-3254015	5811204	-1663359	-923985	238071	65884
-619735	-1663359	8530314	-3197433	-2432461	-3345574
-1699661	-923985	-3197433	7289816	-2017111	2109000
-2645753	238071	-2432461	-2017111	11825330	-2027514
-2717169	65884	-3345574	2109000	-2027514	5861052

Рисунок 31 – Промежуточные вычисления

Шаг 5.						
phi = 3842678959						
F:						
246151151	-75116978	30144019	-42955867	-82668081	-64073262	
-75116978	74889294	-31580219	-1390343	24590625	13736501	
30144019	-31580219	124847192	-58989464	-41751139	-61058716	
-42955867	-1390343	-58989464	104338551	-33966502	50982550	
-82668081	24590625	-41751139	-33966502	202073690	-25962250	
-64073262	13736501	-61058716	50982550	-25962250	88309862	
Шаг 6.						
phi = 8803693584						
F:						
1559246183	-534933782	468696301	-342043157	-737451145	-476168505	
-534933782	308774492	-221587810	83596178	258436378	151142874	
468696301	-221587810	481659359	-254481943	-318553859	-291092979	
-342043157	83596178	-254481943	329238815	28825963	220504875	
-737451145	258436378	-318553859	28825963	830400983	97327767	
-476168505	151142874	-291092979	220504875	97327767	333359127	
Псевдообратная матрица:						
-0,25	-0,061	0,169	-0,103	0,262	-0,055	
0,017	0,055	-0,11	0,088	-0,082	0,071	
0,008	0,028	-0,01	-0,171	0,157	0,001	
0,026	0,083	0,06	0,056	-0,135	-0,069	
0,117	-0,119	-0,021	0,053	-0,161	0,193	
0,083	0,019	-0,024	0,136	-0,071	-0,08	

Рисунок 32 – Промежуточные вычисления

Заключение

В ходе лабораторной работы №1 было разработано приложение для решения систем линейных алгебраических уравнений с помощью псевдообратной матрицы, найденной методом Фаддеева.

Решены 5 задач с проверкой точности решения методом поиска нормы невязки. Благодаря этому методу было определено, что программный метод решения СЛАУ с использованием псевдообратной матрицы, найденной методом Фаддеева, хорошо находит матрицу неизвестных.