Федеральное агентство по образованию
Уральский государственный экономический университет

Ю. Б. Мельников

Нормальная жорданова форма

Раздел **электронного учебника**
для сопровождения практического занятия

Изд. 2-е, испр. и доп.

e-mail: melnikov@k66.ru,
melnikov@r66.ru
сайты:
http://melnikov.k66.ru,
http://melnikov.web.ur.ru

Екатеринбург
2009

I *Случай, когда все пространство — корневое* 4

Задача I.1 5

Задача I.2 6

II *Случай, когда одно из корневых пространств — одномерное* 7

Задача II.3 8

III *Общий случай* 9

Задача III.4 10

Пример D: поиск канонического базиса корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1) 136

Пример D: поиск канонического базиса корневого подпространства, отвечающего собственному значению 2: первая попытка 175

Пример D: поиск канонического базиса корневого подпространства, отвечающего собственному значению 2: вторая попытка 190

I *Случай, когда все пространство — корневое*

Задача I.1. (Ответ приведен на стр.13.) Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Задача I.2. (Ответ приведен на стр.62.) Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу

$$A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix}.$$

Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

II *Случай, когда одно из корневых пространств — одномерное*

Задача II.3. (Ответ приведен на стр.96.) Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу

$$A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}.$$

Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

III *Общий случай*

Задача III.4. (Ответ приведен на стр.132.) Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу

$$A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}.$$

Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответы и решения

Решение задачи 1.

Задача 1. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Задача 1. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Характеристический полином можно представить в виде:

$$\left| \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda \end{pmatrix} \right| = (\lambda + 2)^5.$$

Задача 1. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + 2E = \begin{pmatrix} -3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 3 \end{pmatrix},$$

Задача 1. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + 2E = \begin{pmatrix} -3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 3 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + 2E\right)^2 = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

Задача 1. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + 2E = \begin{pmatrix} -3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 3 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + 2E\right)^2 = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + 2E\right)^3 = \mathbf{0}.$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\
-1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\
-1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\
0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\
1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\
-1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\
-1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\
0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\
1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
\mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Плохо...

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\
-1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\
-1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\
0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\
1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
0 & \mathbf{-3} & 0 & 0 & \mathbf{-3} \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

То же плоховато...

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\
-1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\
-1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\
0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\
1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

А вот теперь в самый раз...

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\ \hline 0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) \left(\begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array}\right) =$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Пятый столбец сделаем первым.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{1} \\ \hline -3 & 19 & -18 & 16 & \mathbf{-8} \\ -1 & -4 & 4 & 2 & \mathbf{-3} \\ -1 & -1 & 1 & 3 & \mathbf{-3} \\ 0 & 9 & -9 & 3 & \mathbf{0} \\ 1 & 4 & -4 & -2 & \mathbf{3} \\ \hline 0 & -3 & 0 & 0 & \mathbf{-3} \\ 0 & -1 & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\ 0 & -1 & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \mathbf{1} \end{array}\right) \left(\begin{array}{c} \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \end{array}\right) =$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Пятый столбец сделаем первым.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{1} \\ \hline -3 & 19 & -18 & 16 & \mathbf{-8} \\ -1 & -4 & 4 & 2 & \mathbf{-3} \\ -1 & -1 & 1 & 3 & \mathbf{-3} \\ 0 & 9 & -9 & 3 & \mathbf{0} \\ 1 & 4 & -4 & -2 & \mathbf{3} \\ \hline 0 & -3 & 0 & 0 & \mathbf{-3} \\ 0 & -1 & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\ 0 & -1 & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \mathbf{1} \end{array}\right) \left(\begin{array}{c} \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \end{array}\right) = \left(\begin{array}{r} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \\ \hline -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Пятый столбец сделаем первым.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 1 & 0 \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-3 & \mathbf{19} & -18 & 16 & -8 \\
-1 & \mathbf{-4} & 4 & 2 & -3 \\
-1 & \mathbf{-1} & 1 & 3 & -3 \\
0 & \mathbf{9} & -9 & 3 & 0 \\
1 & \mathbf{4} & -4 & -2 & 3 \\
\hline
0 & \mathbf{-3} & 0 & 0 & -3 \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & -1 \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & -1 \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{cc}
0 & \\
0 & 1 \\
0 & \\
0 & \\
1 &
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{r}
0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\
\hline
-8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \\
\hline
-3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Из второго столбца

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 1 & 0 \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-3 & \mathbf{19} & -18 & 16 & -8 \\
-1 & \mathbf{-4} & 4 & 2 & -3 \\
-1 & \mathbf{-1} & 1 & 3 & -3 \\
0 & \mathbf{9} & -9 & 3 & 0 \\
1 & \mathbf{4} & -4 & -2 & 3 \\
\hline
0 & \mathbf{-3} & 0 & 0 & -3 \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & -1 \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & -1 \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{cc}
0 & \\
0 & 1 \\
0 & \\
0 & \\
1 &
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{r}
0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline
-8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \\ \hline
-3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Из второго столбца вычтем пятый столбец исходной матрицы

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{0} & 1 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 1 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{1} \\
\hline
-3 & \mathbf{19} & -18 & 16 & \mathbf{-8} \\
-1 & \mathbf{-4} & 4 & 2 & \mathbf{-3} \\
-1 & \mathbf{-1} & 1 & 3 & \mathbf{-3} \\
0 & \mathbf{9} & -9 & 3 & \mathbf{0} \\
1 & \mathbf{4} & -4 & -2 & \mathbf{3} \\
\hline
0 & \mathbf{-3} & 0 & 0 & \mathbf{-3} \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & \mathbf{1}
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rr}
0 & \\
0 & 1 \\
0 & \\
0 & \\
1 & -1
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{r}
0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline
-8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \\ \hline
-3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Из второго столбца вычтем пятый столбец исходной матрицы (первый столбец новой матрицы).

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{0} & 1 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 1 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{1} \\
\hline
-3 & \mathbf{19} & -18 & 16 & \mathbf{-8} \\
-1 & \mathbf{-4} & 4 & 2 & \mathbf{-3} \\
-1 & \mathbf{-1} & 1 & 3 & \mathbf{-3} \\
0 & \mathbf{9} & -9 & 3 & \mathbf{0} \\
1 & \mathbf{4} & -4 & -2 & \mathbf{3} \\
\hline
0 & \mathbf{-3} & 0 & 0 & \mathbf{-3} \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\
0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\
0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\
0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & \mathbf{1}
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rr}
0 & 0 \\
0 & 1 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & -1
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rr}
0 & 0 \\
0 & 1 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & -1 \\
\hline
-8 & 27 \\
-3 & -1 \\
-3 & 2 \\
0 & 9 \\
3 & 1 \\
\hline
-3 & 0 \\
-1 & 0 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Из второго столбца вычтем пятый столбец исходной матрицы (первый столбец новой матрицы).

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
\mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
\mathbf{-3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\
\mathbf{-1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\
\mathbf{-1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\
\mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\
\mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
\mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rr}
0 & 0 \\
0 & 1 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & -1
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rr}
0 & 0 \\
0 & 1 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & -1 \\
\hline
-8 & 27 \\
-3 & -1 \\
-3 & 2 \\
0 & 9 \\
3 & 1 \\
\hline
-3 & 0 \\
-1 & 0 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
\mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
\mathbf{-3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\
\mathbf{-1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\
\mathbf{-1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\
\mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\
\mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
\mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrr}
0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & \\
0 & 0 & \\
0 & 0 & \\
1 & -1 &
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rr}
0 & 0 \\
0 & 1 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & -1 \\
\hline
-8 & 27 \\
-3 & -1 \\
-3 & 2 \\
0 & 9 \\
3 & 1 \\
\hline
-3 & 0 \\
-1 & 0 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
\mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
\mathbf{-3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\
\mathbf{-1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\
\mathbf{-1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\
\mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\
\mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
\mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrr}
0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rr}
0 & 0 \\
0 & 1 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & -1 \\
\hline
-8 & 27 \\
-3 & -1 \\
-3 & 2 \\
0 & 9 \\
3 & 1 \\
\hline
-3 & 0 \\
-1 & 0 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
1 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
\mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
\mathbf{-3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\
\mathbf{-1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\
\mathbf{-1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\
\mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\
\mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
\mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrr}
0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rrr}
0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 \\
-3 & -1 & -1 \\
-3 & 2 & -1 \\
0 & 9 & 0 \\
3 & 1 & 1 \\
\hline
-3 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & \mathbf{-18} & 16 & -8 \\
-1 & -4 & \mathbf{4} & 2 & -3 \\
-1 & -1 & \mathbf{1} & 3 & -3 \\
0 & 9 & \mathbf{-9} & 3 & 0 \\
1 & 4 & \mathbf{-4} & -2 & 3 \\
\hline
0 & -3 & \mathbf{0} & 0 & -3 \\
0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\
0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrr}
0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rrr}
0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 \\
-3 & -1 & -1 \\
-3 & 2 & -1 \\
0 & 9 & 0 \\
3 & 1 & 1 \\
\hline
-3 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве четвертого столбца возьмем третий столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{ccccc}
1 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & \mathbf{-18} & 16 & -8 \\
-1 & -4 & \mathbf{4} & 2 & -3 \\
-1 & -1 & \mathbf{1} & 3 & -3 \\
0 & 9 & \mathbf{-9} & 3 & 0 \\
1 & 4 & \mathbf{-4} & -2 & 3 \\
\hline
0 & -3 & \mathbf{0} & 0 & -3 \\
0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\
0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{cccc}
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{ccc}
0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 \\
-3 & -1 & -1 \\
-3 & 2 & -1 \\
0 & 9 & 0 \\
3 & 1 & 1 \\
\hline
-3 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве четвертого столбца возьмем третий столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{ccccc}
1 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & \mathbf{-18} & 16 & -8 \\
-1 & -4 & \mathbf{4} & 2 & -3 \\
-1 & -1 & \mathbf{1} & 3 & -3 \\
0 & 9 & \mathbf{-9} & 3 & 0 \\
1 & 4 & \mathbf{-4} & -2 & 3 \\
\hline
0 & -3 & \mathbf{0} & 0 & -3 \\
0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\
0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\
0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\
0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{cccc}
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{cccc}
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 & -18 \\
-3 & -1 & -1 & 4 \\
-3 & 2 & -1 & 1 \\
0 & 9 & 0 & -9 \\
3 & 1 & 1 & -4 \\
\hline
-3 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве четвертого столбца возьмем третий столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 1 & 0 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 0 & 0 & \mathbf{1} & 0 \\
0 & 0 & 0 & \mathbf{0} & 1 \\
\hline
-3 & 19 & -18 & \mathbf{16} & -8 \\
-1 & -4 & 4 & \mathbf{2} & -3 \\
-1 & -1 & 1 & \mathbf{3} & -3 \\
0 & 9 & -9 & \mathbf{3} & 0 \\
1 & 4 & -4 & \mathbf{-2} & 3 \\
\hline
0 & -3 & 0 & \mathbf{0} & -3 \\
0 & -1 & 0 & \mathbf{0} & -1 \\
0 & -1 & 0 & \mathbf{0} & -1 \\
0 & 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 1 & 0 & \mathbf{0} & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrr}
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rrrr}
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 & -18 \\
-3 & -1 & -1 & 4 \\
-3 & 2 & -1 & 1 \\
0 & 9 & 0 & -9 \\
3 & 1 & 1 & -4 \\
\hline
-3 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве пятого столбца возьмем четвертый столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 1 & 0 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 0 & 0 & \mathbf{1} & 0 \\
0 & 0 & 0 & \mathbf{0} & 1 \\
\hline
-3 & 19 & -18 & \mathbf{16} & -8 \\
-1 & -4 & 4 & \mathbf{2} & -3 \\
-1 & -1 & 1 & \mathbf{3} & -3 \\
0 & 9 & -9 & \mathbf{3} & 0 \\
1 & 4 & -4 & \mathbf{-2} & 3 \\
\hline
0 & -3 & 0 & \mathbf{0} & -3 \\
0 & -1 & 0 & \mathbf{0} & -1 \\
0 & -1 & 0 & \mathbf{0} & -1 \\
0 & 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 \\
0 & 1 & 0 & \mathbf{0} & 1
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & -1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rrrr}
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & -1 & 0 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 & -18 \\
-3 & -1 & -1 & 4 \\
-3 & 2 & -1 & 1 \\
0 & 9 & 0 & -9 \\
3 & 1 & 1 & -4 \\
\hline
-3 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

В качестве пятого столбца возьмем четвертый столбец исходной матрицы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\
-1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\
-1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\
0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\
1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\
\hline
0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & -1 & 0 & 0 & 0
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 & -18 & 16 \\
-3 & -1 & -1 & 4 & 2 \\
-3 & 2 & -1 & 1 & 3 \\
0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\
3 & 1 & 1 & -4 & -2 \\
\hline
-3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 & -18 & 16 \\
-3 & -1 & -1 & 4 & 2 \\
-3 & 2 & -1 & 1 & 3 \\
0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\
3 & 1 & 1 & -4 & -2 \\
\hline
-3 & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} \\
-1 & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} \\
-1 & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} \\
0 & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} \\
1 & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0} & \boxed{0}
\end{array}\right)$$

«Уроним» столбцы с нулевым «подвалом».

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
-8 & 27 & -3 & -18 & 16 \\
-3 & -1 & -1 & 4 & 2 \\
-3 & 2 & -1 & 1 & 3 \\
0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\
3 & 1 & 1 & -4 & -2 \\
\hline
-3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \sim \left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
-3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
-3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
3 & -1 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
-3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\
-1 & -1 & -1 & 4 & 2 \\
-1 & 2 & -1 & 1 & 3 \\
0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\
1 & 1 & 1 & -4 & -2
\end{array}\right)$$

«Уроним» столбцы с нулевым «подвалом».

Задача 1.

$$
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
-3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
-3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
3 & -1 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
-3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\
\mathbf{-1} & -1 & -1 & 4 & 2 \\
-1 & 2 & -1 & 1 & 3 \\
0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\
1 & 1 & 1 & -4 & -2
\end{array}\right)
$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 1 & & & & \\ \hline -8 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline -3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\ \mathbf{-1} & -1 & -1 & 4 & 2 \\ -1 & 2 & -1 & 1 & 3 \\ 0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & -4 & -2 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 1 & & & & \\ \hline -8 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline -3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\ \mathbf{-1} & -1 & -1 & 4 & 2 \\ -1 & 2 & -1 & 1 & 3 \\ 0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & -4 & -2 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 1 & & & & \\ \hline -8 & 8 & 9 & -32 & -16 \\ -3 & 4 & 3 & -12 & -6 \\ -3 & 3 & 3 & -11 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & -4 & -3 & 12 & 6 \\ \hline -3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\ \mathbf{-1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 3 & 0 & -3 & 1 \\ 0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & 8 & 9 & -32 & -16 \\
-3 & 4 & 3 & -12 & -6 \\
-3 & 3 & 3 & -11 & -6 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
3 & -4 & -3 & 12 & 6 \\
\hline
-3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 3 & 0 & -3 & \mathbf{1} \\
0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 1 & & & & \\ \hline -8 & 8 & 9 & -32 & -16 \\ -3 & 4 & 3 & -12 & -6 \\ -3 & 3 & 3 & -11 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & -4 & -3 & 12 & 6 \\ \hline -3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 3 & 0 & -3 & \mathbf{1} \\ 0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -3 & 3 & 0 \end{pmatrix} =$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & 8 & 9 & -32 & -16 \\
-3 & 4 & 3 & -12 & -6 \\
-3 & 3 & 3 & -11 & -6 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
3 & -4 & -3 & 12 & 6 \\
\hline
-3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 3 & 0 & -3 & \mathbf{1} \\
0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & -3 & 3 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & 56 & -80 & 9 \\
-3 & -6 & 22 & -30 & 3 \\
-3 & -6 & 21 & -29 & 3 \\
0 & 1 & -3 & 3 & 0 \\
3 & 6 & -22 & 30 & -3 \\
\hline
-3 & 16 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & 56 & -80 & 9 \\
-3 & -6 & 22 & -30 & 3 \\
-3 & -6 & 21 & -29 & 3 \\
0 & 1 & -3 & 3 & 0 \\
3 & 6 & -22 & 30 & -3 \\
\hline
-3 & 16 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

«Уроним» столбцы с нулевым «подвалом».

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & 56 & -80 & 9 \\
-3 & -6 & 22 & -30 & 3 \\
-3 & -6 & 21 & -29 & 3 \\
0 & 1 & -3 & 3 & 0 \\
3 & 6 & -22 & 30 & -3 \\
\hline
-3 & 16 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \sim \left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
0 & 1 & & & \\
3 & 6 & & & \\
\hline
-3 & 10 & 56 & -80 & 9 \\
-1 & 0 & 22 & -30 & 3 \\
-1 & 1 & 21 & -29 & 3 \\
0 & 3 & -3 & 3 & 0 \\
1 & 0 & -22 & 30 & -3
\end{array}\right)$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
0 & 1 & & & \\
3 & 6 & & & \\
\hline
-3 & 10 & 56 & -80 & 9 \\
\mathbf{-1} & 0 & 22 & -30 & 3 \\
-1 & 1 & 21 & -29 & 3 \\
0 & 3 & -3 & 3 & 0 \\
1 & 0 & -22 & 30 & -3
\end{array}\right)$$

«Прочистим» четвертую строку снизу.

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
0 & 1 & & & \\
3 & 6 & & & \\
\hline
-3 & 10 & 56 & -80 & 9 \\
\mathbf{-1} & 0 & 22 & -30 & 3 \\
-1 & 1 & 21 & -29 & 3 \\
0 & 3 & -3 & 3 & 0 \\
1 & 0 & -22 & 30 & -3
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 22 & -30 & 3 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix} =$$

«Прочистим» четвертую строку снизу.

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
0 & 1 & & & \\
3 & 6 & & & \\
\hline
-3 & 10 & 56 & -80 & 9 \\
\mathbf{-1} & 0 & 22 & -30 & 3 \\
-1 & 1 & 21 & -29 & 3 \\
0 & 3 & -3 & 3 & 0 \\
1 & 0 & -22 & 30 & -3
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 22 & -30 & 3 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
0 & 1 & & & \\
3 & 6 & & & \\
\hline
-3 & 10 & -10 & 10 & 0 \\
\mathbf{-1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 1 & -1 & 1 & 0 \\
0 & 3 & -3 & 3 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

«Прочистим» четвертую строку снизу.

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
0 & & & & \\
1 & & & & \\
\hline
-8 & -16 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
-3 & -6 & & & \\
0 & 1 & & & \\
3 & 6 & & & \\
\hline
-3 & 10 & -10 & 10 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 1 & -1 & 1 & 0 \\
0 & 3 & -3 & 3 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Удалим нулевой столбец и «прочистим» третью строку снизу.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
1 & & & \\
\hline
-8 & -16 & & \\
-3 & -6 & & \\
-3 & -6 & & \\
0 & 1 & & \\
3 & 6 & & \\
\hline
-3 & 10 & -10 & 10 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 1 & -1 & 1 \\
0 & 3 & -3 & 3 \\
1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 1 & -1 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix} =$$

«Прочистим» третью строку снизу.

Преобразование представим в виде произведения матриц, используя **умножение матриц «на макроуровне»**.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
1 & & & \\
\hline
-8 & -16 & & \\
-3 & -6 & & \\
-3 & -6 & & \\
0 & 1 & & \\
3 & 6 & & \\
\hline
-3 & 10 & -10 & 10 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 1 & -1 & 1 \\
0 & 3 & -3 & 3 \\
1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 1 & -1 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{rrrr}
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
1 & & & \\
\hline
-8 & -16 & & \\
-3 & -6 & & \\
-3 & -6 & & \\
0 & 1 & & \\
3 & 6 & & \\
\hline
-3 & 10 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 3 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Удалим нулевые столбцы.

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rr} 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 1 & \\ \hline -8 & -16 \\ -3 & -6 \\ -3 & -6 \\ 0 & 1 \\ 3 & 6 \\ \hline -3 & 10 \\ -1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & 3 \\ 1 & 0 \end{array}\right)$$

Запишем ответ:

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{rr} 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 1 & \\ \hline -8 & -16 \\ -3 & -6 \\ -3 & -6 \\ 0 & 1 \\ 3 & 6 \\ \hline \mathbf{-3} & 10 \\ \mathbf{-1} & 0 \\ \mathbf{-1} & 1 \\ \mathbf{0} & 3 \\ \mathbf{1} & 0 \end{array}\right) \qquad \left\{ \left(\begin{array}{r} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right), \qquad \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{-3e_1 - e_2 - e_3 + e_5}, \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{ имеем } A_{\mathbf{B}} + 2E = \left(\begin{array}{l} \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{array} \right)$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{cc} 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 1 & \\ \hline \mathbf{-8} & -16 \\ \mathbf{-3} & -6 \\ \mathbf{-3} & -6 \\ \mathbf{0} & 1 \\ \mathbf{3} & 6 \\ \hline -3 & 10 \\ -1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & 3 \\ 1 & 0 \end{array}\right) \qquad \left\{ \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, \qquad \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} -3e_1 - e_2 - e_3 + e_5, \\ \mathbf{-8e_1 - 3e_2 - 3e_3 + 3e_5}, \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{ имеем } A_{\mathbf{B}} + 2E = \begin{pmatrix} 0 & \mathbf{1} \\ 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{cc} \mathbf{0} & \\ \mathbf{0} & \\ \mathbf{0} & \\ \mathbf{0} & \\ \mathbf{1} & \\ \hline -8 & -16 \\ -3 & -6 \\ -3 & -6 \\ 0 & 1 \\ 3 & 6 \\ \hline -3 & 10 \\ -1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & 3 \\ 1 & 0 \end{array}\right) \qquad \left\{ \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \qquad \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} -3e_1 - e_2 - e_3 + e_5, \\ -8e_1 - 3e_2 - 3e_3 + 3e_5, \\ \mathbf{e_5}, \\ \\ \end{array} \right\} \text{ имеем } A_{\mathbf{B}} + 2E = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{1} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{cc} 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 1 & \\ \hline -8 & -16 \\ -3 & -6 \\ -3 & -6 \\ 0 & 1 \\ 3 & 6 \\ \hline -3 & \mathbf{10} \\ -1 & \mathbf{0} \\ -1 & \mathbf{1} \\ 0 & \mathbf{3} \\ 1 & \mathbf{0} \end{array}\right) \qquad \left\{ \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \\ 1 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}, \qquad \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} -3e_1 - e_2 - e_3 + e_5, \\ -8e_1 - 3e_2 - 3e_3 + 3e_5, \\ e_5, \\ \mathbf{10e_1 + e_3 + 3e_4}, \end{array} \right\} \text{ имеем } A_{\mathbf{B}} + 2E = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 1 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{cc} 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 1 & \\ \hline -8 & \mathbf{-16} \\ -3 & \mathbf{-6} \\ -3 & \mathbf{-6} \\ 0 & \mathbf{1} \\ 3 & \mathbf{6} \\ \hline -3 & 10 \\ -1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & 3 \\ 1 & 0 \end{array}\right) \qquad \left\{ \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \\ 1 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -16 \\ -6 \\ -6 \\ 1 \\ 6 \end{pmatrix} \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} -3e_1 - e_2 - e_3 + e_5, \\ -8e_1 - 3e_2 - 3e_3 + 3e_5, \\ e_5, \\ 10e_1 + e_3 + 3e_4, \\ \mathbf{-16e_1 - 6e_2 - 6e_3 + e_4 + 6e_5} \end{array} \right\} \text{ имеем } A_{\mathbf{B}} + 2E = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{1} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 1.

$$\left(\begin{array}{cc} 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 1 & \\ \hline -8 & -16 \\ -3 & -6 \\ -3 & -6 \\ 0 & 1 \\ 3 & 6 \\ \hline -3 & 10 \\ -1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & 3 \\ 1 & 0 \end{array}\right) \qquad \left\{ \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \\ 1 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -16 \\ -6 \\ -6 \\ 1 \\ 6 \end{pmatrix} \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} -3e_1 - e_2 - e_3 + e_5, \\ -8e_1 - 3e_2 - 3e_3 + 3e_5, \\ e_5, \\ 10e_1 + e_3 + 3e_4, \\ -16e_1 - 6e_2 - 6e_3 + e_4 + 6e_5 \end{array} \right\} \text{ имеем } A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} -2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

Решение задачи 2.

Задача 2. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Задача 2. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$\left| \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \right| = (\lambda + 1)^5$$

Задача 2. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + E =$$

Задача 2. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 0 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{pmatrix},$$

Задача 2. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 0 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^2 =$$

Задача 2. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 5 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 0 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -7 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 0 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
0 & 3 & -3 & -5 & -4 \\
-3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\
-1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\
-2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\
1 & 4 & -4 & -7 & -6
\end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
0 & \mathbf{3} & -3 & -5 & \mathbf{-4} \\
-3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\
-1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\
-2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\
1 & 4 & -4 & -7 & -6
\end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & \mathbf{3} & -3 & -5 & \mathbf{-4} \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) =$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & \mathbf{3} & -3 & -5 & \mathbf{-4} \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & \mathbf{3} & -3 & -5 & \mathbf{-4} \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \mathbf{1} & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) =$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 3 & -3 & -5 & -4 \\ -3 & 6 & -6 & -9 & -6 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -7 & -6 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{-3} & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) =$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{-3} & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline \mathbf{1} & 0 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 3 & -3 & -5 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{-3} & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline \mathbf{1} & 0 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 3 & -3 & -5 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{-3} & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline \mathbf{1} & 0 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 3 & -3 & -5 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrrr} 1 & 0 & -2 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrrr} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{cc|ccc} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline 1 & 0 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 3 & -3 & -5 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{cc|ccc} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{cc|ccc} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{cccccc} 0 & -1 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ \hline 1 & 0 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 3 & -3 & -5 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{cccccc} 0 & -1 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{cccccc} 0 & -1 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{cccccc} 0 & -1 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ \hline 1 & 0 & 2 & -2 & -3 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 3 & -3 & -5 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{cccccc} 0 & -1 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{cccccc} 0 & -1 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{cccccc} 0 & -1 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ -1 & 0 & & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 & 0 & 4 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -2 & 0 & 4 \\ 2 & -1 & 1 & 0 & -2 \end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{cc|ccc} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\ -1 & 1 & 2 & -1 & -3 \\ -1 & 2 & 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -1 & 1 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{cc|ccc} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 & 0 & 4 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -2 & 0 & 4 \\ 2 & -1 & 1 & 0 & -2 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{cc|ccc} 0 & -1 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 & 4 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -2 & 4 \\ 2 & -1 & 1 & -2 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{cc}
0 & -1 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
-1 & 0 \\
\hline
1 & 0 \\
0 & 3 \\
-1 & 1 \\
-1 & 2 \\
2 & -1
\end{array}\begin{array}{ccc}
0 & 0 & 0 \\
4 & -3 & -5 \\
2 & -1 & -3 \\
2 & -2 & -2 \\
-1 & 1 & 1
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & -2 & 1 & 3 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{cc}
0 & -1 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
-1 & 0 \\
\hline
1 & 0 \\
0 & 3 \\
-1 & 1 \\
-1 & 2 \\
2 & -1
\end{array}\begin{array}{ccc}
0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 4 \\
0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 4 \\
1 & 0 & -2
\end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{cc}
0 & -1 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
-1 & 0 \\
\hline
1 & 0 \\
0 & 3 \\
-1 & 1 \\
-1 & 2 \\
2 & -1
\end{array}\begin{array}{cc}
0 & 0 \\
-2 & 4 \\
0 & 0 \\
-2 & 4 \\
1 & -2
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 2 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{cc}
0 & -1 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
-1 & 0 \\
\hline
1 & 0 \\
0 & 3 \\
-1 & 1 \\
-1 & 2 \\
2 & -1
\end{array}\begin{array}{cc}
0 & 0 \\
-2 & 0 \\
0 & 0 \\
-2 & 0 \\
1 & 0
\end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{cc}
0 & -1 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
-1 & 0 \\
\hline
1 & 0 \\
0 & 3 \\
-1 & 1 \\
-1 & 2 \\
2 & -1
\end{array}\right.
\left.\begin{array}{cc}
0 & 0 \\
-2 & 4 \\
0 & 0 \\
-2 & 4 \\
1 & -2
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 2 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{cc}
0 & -1 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
-1 & 0 \\
\hline
1 & 0 \\
0 & 3 \\
-1 & 1 \\
-1 & 2 \\
2 & -1
\end{array}\right.
\left.\begin{array}{cc}
0 & 0 \\
-2 & 0 \\
0 & 0 \\
-2 & 0 \\
1 & 0
\end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{cc}
0 & -1 \\
-1 & 0 \\
0 & 0 \\
0 & 0 \\
-1 & 0 \\
\hline
1 & 0 \\
0 & 3 \\
-1 & 1 \\
-1 & 2 \\
2 & -1
\end{array}\right.
\left.\begin{array}{c}
0 \\
-2 \\
0 \\
-2 \\
1
\end{array}\right)$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrr} 0 & -1 & \\ -1 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ -1 & 0 & \\ \hline \mathbf{1} & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 3 & -2 \\ \mathbf{-1} & 1 & 0 \\ \mathbf{-1} & 2 & -2 \\ \mathbf{2} & -1 & 1 \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \qquad \right\}$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{ccc} \mathbf{0} & -1 & \\ \mathbf{-1} & 0 & \\ \mathbf{0} & 0 & \\ \mathbf{0} & 0 & \\ \mathbf{-1} & 0 & \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & -2 \\ 2 & -1 & 1 \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \qquad \right\}$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{ccc} 0 & -1 & \\ -1 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ -1 & 0 & \\ \hline 1 & \mathbf{0} & 0 \\ 0 & \mathbf{3} & -2 \\ -1 & \mathbf{1} & 0 \\ -1 & \mathbf{2} & -2 \\ 2 & \mathbf{-1} & 1 \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \qquad \right\}$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{ccc} 0 & \mathbf{-1} & \\ -1 & \mathbf{0} & \\ 0 & \mathbf{0} & \\ 0 & \mathbf{0} & \\ -1 & \mathbf{0} & \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & -2 \\ 2 & -1 & 1 \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \qquad \right\}$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrr} 0 & -1 & \\ -1 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ -1 & 0 & \\ \hline 1 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 3 & \mathbf{-2} \\ -1 & 1 & \mathbf{0} \\ -1 & 2 & \mathbf{-2} \\ 2 & -1 & \mathbf{1} \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrr} 0 & -1 & \\ -1 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ -1 & 0 & \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & -2 \\ 2 & -1 & 1 \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$$

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} e_1 - e_3 - e_4 + 2e_5, \\ -e_2 - e_5, \\ 3e_2 + e_3 + 2e_4 - e_5, \\ -e_1, \\ -2e_2 - 2e_4 + e_5 \end{array} \right\}, \text{ причем}$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{ccc} 0 & -1 & \\ -1 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ -1 & 0 & \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & -2 \\ 2 & -1 & 1 \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$$

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} e_1 - e_3 - e_4 + 2e_5, \\ -e_2 - e_5, \\ 3e_2 + e_3 + 2e_4 - e_5, \\ -e_1, \\ -2e_2 - 2e_4 + e_5 \end{array} \right\}, \text{ причем } B_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Задача 2.

$$\left(\begin{array}{rrr} 0 & -1 & \\ -1 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ -1 & 0 & \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & -2 \\ 2 & -1 & 1 \end{array}\right) \quad \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$$

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} e_1 - e_3 - e_4 + 2e_5, \\ -e_2 - e_5, \\ 3e_2 + e_3 + 2e_4 - e_5, \\ -e_1, \\ -2e_2 - 2e_4 + e_5 \end{array} \right\}, \text{ причем } A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Решение задачи 3.

Задача 3. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Задача 3. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Характеристический полином можно представить в виде:

$$\left| \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda \end{pmatrix} \right| = (\lambda + 1)^4(\lambda - 2).$$

Задача 3. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 4 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -5 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 1 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -1 \end{pmatrix},$$

Задача 3. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 4 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -5 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 1 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -1 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^2 = \begin{pmatrix} -2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\ 1 & -2 & 2 & 5 & 2 \\ -2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\ 2 & -31 & 31 & 55 & 13 \\ -1 & 29 & -29 & -50 & -11 \end{pmatrix},$$

Задача 3. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ.

$$A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 4 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -5 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 1 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -1 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^2 = \begin{pmatrix} -2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\ 1 & -2 & 2 & 5 & 2 \\ -2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\ 2 & -31 & 31 & 55 & 13 \\ -1 & 29 & -29 & -50 & -11 \end{pmatrix},$$

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^3 = \begin{pmatrix} 0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\ 0 & -81 & 81 & 135 & 27 \\ 0 & 81 & -81 & -135 & -27 \end{pmatrix}, \quad \text{больше ранг не уменьшается.}$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
4 & 5 & -3 & -1 & 1 \\
-3 & 4 & -5 & -12 & -4 \\
3 & 7 & -5 & -6 & -1 \\
-4 & -5 & 3 & 1 & -1 \\
2 & 7 & -6 & -8 & -1 \\
\hline
-2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\
1 & -2 & 2 & 5 & 2 \\
-2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\
2 & -31 & 31 & 55 & 13 \\
-1 & 29 & -29 & -50 & -11 \\
\hline
0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\
0 & -81 & 81 & 135 & 27 \\
0 & 81 & -81 & -135 & -27
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
4 & 5 & -3 & -1 & 1 \\
-3 & 4 & -5 & -12 & -4 \\
3 & 7 & -5 & -6 & -1 \\
-4 & -5 & 3 & 1 & -1 \\
2 & 7 & -6 & -8 & -1 \\
\hline
-2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\
1 & -2 & 2 & 5 & 2 \\
-2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\
2 & -31 & 31 & 55 & 13 \\
-1 & 29 & -29 & -50 & -11 \\
\hline
0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\
0 & -81 & 81 & 135 & 27 \\
0 & 81 & -81 & -135 & -27
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{pmatrix} =$$

Задача 3.

$$
\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
4 & 5 & -3 & -1 & 1 \\
-3 & 4 & -5 & -12 & -4 \\
3 & 7 & -5 & -6 & -1 \\
-4 & -5 & 3 & 1 & -1 \\
2 & 7 & -6 & -8 & -1 \\
\hline
-2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\
1 & -2 & 2 & 5 & 2 \\
-2 & 31 & -31 & -55 & -13 \\
2 & -31 & 31 & 55 & 13 \\
-1 & 29 & -29 & -50 & -11 \\
\hline
0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 81 & -81 & -135 & -27 \\
0 & -81 & 81 & 135 & 27 \\
0 & 81 & -81 & -135 & -27
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{ccccc}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
1 & 4 & 5 & -3 & -1 \\
-4 & -3 & 4 & -5 & -12 \\
-1 & 3 & 7 & -5 & -6 \\
-1 & -4 & -5 & 3 & 1 \\
-1 & 2 & 7 & -6 & -8 \\
\hline
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
2 & 1 & -2 & 2 & 5 \\
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
13 & 2 & -31 & 31 & 55 \\
-11 & -1 & 29 & -29 & -50 \\
\hline
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
27 & 0 & -81 & 81 & 135 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135
\end{array}\right)
$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
1 & 4 & 5 & -3 & -1 \\
-4 & -3 & 4 & -5 & -12 \\
-1 & 3 & 7 & -5 & -6 \\
-1 & -4 & -5 & 3 & 1 \\
-1 & 2 & 7 & -6 & -8 \\
\hline
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
2 & 1 & -2 & 2 & 5 \\
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
13 & 2 & -31 & 31 & 55 \\
-11 & -1 & 29 & -29 & -50 \\
\hline
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
27 & 0 & -81 & 81 & 135 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
1 & 4 & 5 & -3 & -1 \\
-4 & -3 & 4 & -5 & -12 \\
-1 & 3 & 7 & -5 & -6 \\
-1 & -4 & -5 & 3 & 1 \\
-1 & 2 & 7 & -6 & -8 \\
\hline
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
2 & 1 & -2 & 2 & 5 \\
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
13 & 2 & -31 & 31 & 55 \\
-11 & -1 & 29 & -29 & -50 \\
\hline
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
27 & 0 & -81 & 81 & 135 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix} =$$

Задача 3.

$$
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
1 & 4 & 5 & -3 & -1 \\
-4 & -3 & 4 & -5 & -12 \\
-1 & 3 & 7 & -5 & -6 \\
-1 & -4 & -5 & 3 & 1 \\
-1 & 2 & 7 & -6 & -8 \\
\hline
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
2 & 1 & -2 & 2 & 5 \\
-13 & -2 & 31 & -31 & -55 \\
13 & 2 & -31 & 31 & 55 \\
-11 & -1 & 29 & -29 & -50 \\
\hline
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135 \\
27 & 0 & -81 & 81 & 135 \\
-27 & 0 & 81 & -81 & -135
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrr}
1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
1 & 4 & 8 & -6 & -6 \\
-4 & -3 & -8 & 7 & 8 \\
-1 & 3 & 4 & -2 & -1 \\
-1 & -4 & -8 & 6 & 6 \\
-1 & 2 & 4 & -3 & -3 \\
\hline
-13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
2 & 1 & 4 & -4 & -5 \\
-13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
13 & 2 & 8 & -8 & -10 \\
-11 & -1 & -4 & 4 & 5 \\
\hline
-27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
1 & 4 & 8 & -6 & -6 \\
-4 & -3 & -8 & 7 & 8 \\
-1 & 3 & 4 & -2 & -1 \\
-1 & -4 & -8 & 6 & 6 \\
-1 & 2 & 4 & -3 & -3 \\
\hline
-13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
2 & 1 & 4 & -4 & -5 \\
-13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
13 & 2 & 8 & -8 & -10 \\
-11 & -1 & -4 & 4 & 5 \\
\hline
-27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-27 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \mapsto$$

Задача 3.

$$
\left(\begin{array}{rrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
1 & 4 & 8 & -6 & -6 \\
-4 & -3 & -8 & 7 & 8 \\
-1 & 3 & 4 & -2 & -1 \\
-1 & -4 & -8 & 6 & 6 \\
-1 & 2 & 4 & -3 & -3 \\
\hline
-13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
2 & 1 & 4 & -4 & -5 \\
-13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
13 & 2 & 8 & -8 & -10 \\
-11 & -1 & -4 & 4 & 5 \\
\hline
\mathbf{-27} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{-27} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{27} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mathbf{-27} & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
\mapsto
\left(\begin{array}{rrrr}
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
4 & 8 & -6 & -6 \\
-3 & -8 & 7 & 8 \\
3 & 4 & -2 & -1 \\
-4 & -8 & 6 & 6 \\
2 & 4 & -3 & -3 \\
\hline
-2 & -8 & 8 & 10 \\
1 & 4 & -4 & -5 \\
-2 & -8 & 8 & 10 \\
2 & 8 & -8 & -10 \\
-1 & -4 & 4 & 5 \\
\hline
0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)
$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
4 & 8 & -6 & -6 \\
-3 & -8 & 7 & 8 \\
3 & 4 & -2 & -1 \\
-4 & -8 & 6 & 6 \\
2 & 4 & -3 & -3 \\
\hline
-2 & -8 & 8 & 10 \\
1 & 4 & -4 & -5 \\
-2 & -8 & 8 & 10 \\
2 & 8 & -8 & -10 \\
-1 & -4 & 4 & 5
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 4 & 8 & -6 & -6 \\ -3 & -8 & 7 & 8 \\ 3 & 4 & -2 & -1 \\ -4 & -8 & 6 & 6 \\ 2 & 4 & -3 & -3 \\ \hline -2 & -8 & 8 & 10 \\ 1 & 4 & -4 & -5 \\ -2 & -8 & 8 & 10 \\ 2 & 8 & -8 & -10 \\ -1 & -4 & 4 & 5 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -4 & 4 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 4 & 8 & -6 & -6 \\ -3 & -8 & 7 & 8 \\ 3 & 4 & -2 & -1 \\ -4 & -8 & 6 & 6 \\ 2 & 4 & -3 & -3 \\ \hline -2 & -8 & 8 & 10 \\ 1 & 4 & -4 & -5 \\ -2 & -8 & 8 & 10 \\ 2 & 8 & -8 & -10 \\ -1 & -4 & 4 & 5 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrr} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -4 & 4 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrr} 1 & -4 & 4 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 4 & -8 & 10 & 14 \\ -3 & 4 & -5 & -7 \\ 3 & -8 & 10 & 14 \\ -4 & 8 & -10 & -14 \\ 2 & -4 & 5 & 7 \\ \hline -2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & -4 & 4 & 5 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
4 & -8 & 10 & 14 \\
-3 & 4 & -5 & -7 \\
3 & -8 & 10 & 14 \\
-4 & 8 & -10 & -14 \\
2 & -4 & 5 & 7 \\
\hline
-2 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 0 & 0 \\
2 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & -4 & 4 & 5 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
4 & -8 & 10 & 14 \\
-3 & 4 & -5 & -7 \\
3 & -8 & 10 & 14 \\
-4 & 8 & -10 & -14 \\
2 & -4 & 5 & 7 \\
\hline
-2 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 0 & 0 \\
2 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rrrr}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & -4 & 4 & 5 \\
-3 & 1 & 0 & 0 \\
3 & 0 & 1 & 0 \\
-4 & 0 & 0 & 1 \\
2 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
-2 & -8 & 10 & 14 \\
1 & 4 & -5 & -7 \\
-2 & -8 & 10 & 14 \\
2 & 8 & -10 & -14 \\
-1 & -4 & 5 & 7
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & -4 & 4 & 5 \\
-3 & 1 & 0 & 0 \\
3 & 0 & 1 & 0 \\
-4 & 0 & 0 & 1 \\
2 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
\mathbf{-2} & -8 & 10 & 14 \\
1 & 4 & -5 & -7 \\
-2 & -8 & 10 & 14 \\
2 & 8 & -10 & -14 \\
-1 & -4 & 5 & 7
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{cccc}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & -4 & 4 & 5 \\
-3 & 1 & 0 & 0 \\
3 & 0 & 1 & 0 \\
-4 & 0 & 0 & 1 \\
2 & 3 & -3 & -5 \\
\hline
\mathbf{-2} & -8 & 10 & 14 \\
1 & 4 & -5 & -7 \\
-2 & -8 & 10 & 14 \\
2 & 8 & -10 & -14 \\
-1 & -4 & 5 & 7
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & -4 & 5 & 7 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix} =$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr} 1 & & & \\ 0 & & & \\ 0 & & & \\ 0 & & & \\ 0 & & & \\ \hline 4 & -4 & 4 & 5 \\ -3 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 0 \\ -4 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 3 & -3 & -5 \\ \hline -2 & -8 & 10 & 14 \\ 1 & 4 & -5 & -7 \\ -2 & -8 & 10 & 14 \\ 2 & 8 & -10 & -14 \\ -1 & -4 & 5 & 7 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrr} 1 & -4 & 5 & 7 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \left(\begin{array}{rrrr} 1 & & & \\ 0 & & & \\ 0 & & & \\ 0 & & & \\ 0 & & & \\ \hline 4 & -20 & 24 & 33 \\ -3 & 13 & -15 & -21 \\ 3 & -12 & 16 & 21 \\ -4 & 16 & -20 & -27 \\ 2 & -5 & 7 & 9 \\ \hline -2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & -20 & 24 & 33 \\
-3 & 13 & -15 & -21 \\
3 & -12 & 16 & 21 \\
-4 & 16 & -20 & -27 \\
2 & -5 & 7 & 9 \\
\hline
-2 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 0 & 0 \\
2 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \mapsto$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & -20 & 24 & 33 \\
-3 & 13 & -15 & -21 \\
3 & -12 & 16 & 21 \\
-4 & 16 & -20 & -27 \\
2 & -5 & 7 & 9 \\
\hline
-2 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 0 & 0 \\
2 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rrrr}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & & & \\
-3 & & & \\
3 & & & \\
-4 & & & \\
2 & & & \\
\hline
-2 & -20 & 24 & 33 \\
1 & 13 & -15 & -21 \\
-2 & -12 & 16 & 21 \\
2 & 16 & -20 & -27 \\
-1 & -5 & 7 & 9
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{cccc}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & & & \\
-3 & & & \\
3 & & & \\
-4 & & & \\
2 & & & \\
\hline
-2 & -20 & 24 & 33 \\
1 & 13 & -15 & -21 \\
-2 & -12 & 16 & 21 \\
2 & 16 & -20 & -27 \\
-1 & -5 & 7 & 9
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{cccc}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & & & \\
-3 & & & \\
3 & & & \\
-4 & & & \\
2 & & & \\
\hline
-2 & -20 & 24 & 33 \\
1 & 13 & -15 & -21 \\
-2 & -12 & 16 & 21 \\
2 & 16 & -20 & -27 \\
-1 & -5 & 7 & 9
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & -13 & 15 & 21 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix} =$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{cccc}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & & & \\
-3 & & & \\
3 & & & \\
-4 & & & \\
2 & & & \\
\hline
-2 & -20 & 24 & 33 \\
1 & 13 & -15 & -21 \\
-2 & -12 & 16 & 21 \\
2 & 16 & -20 & -27 \\
-1 & -5 & 7 & 9
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & -13 & 15 & 21 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{cccc}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & & & \\
-3 & & & \\
3 & & & \\
-4 & & & \\
2 & & & \\
\hline
-2 & 6 & -6 & -9 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 14 & -14 & -21 \\
2 & -10 & 10 & 15 \\
-1 & 8 & -8 & -12
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & & & \\
-3 & & & \\
3 & & & \\
-4 & & & \\
2 & & & \\
\hline
-2 & 6 & -6 & -9 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 14 & -14 & -21 \\
2 & -10 & 10 & 15 \\
-1 & 8 & -8 & -12
\end{array}\right) \mapsto$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
1 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
0 & & & \\
\hline
4 & & & \\
-3 & & & \\
3 & & & \\
-4 & & & \\
2 & & & \\
\hline
-2 & 6 & -6 & -9 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 14 & -14 & -21 \\
2 & -10 & 10 & 15 \\
-1 & 8 & -8 & -12
\end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rr}
1 & \\
0 & \\
0 & \\
0 & \\
0 & \\
\hline
4 & \\
-3 & \\
3 & \\
-4 & \\
2 & \\
\hline
-2 & 6 \\
1 & 0 \\
-2 & 14 \\
2 & -10 \\
-1 & 8
\end{array}\right)$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rr} 1 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ 3 & \\ -4 & \\ 2 & \\ \hline -2 & 6 \\ 1 & 0 \\ -2 & 14 \\ 2 & -10 \\ -1 & 8 \end{array}\right)$$

, и **ранее** мы получили координаты базиса образа пространства

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rr} 1 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ 3 & \\ -4 & \\ 2 & \\ \hline -2 & 6 \\ 1 & 0 \\ -2 & 14 \\ 2 & -10 \\ -1 & 8 \end{array}\right)$$

, и **ранее** мы получили координаты базиса образа пространства $\begin{pmatrix} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{pmatrix}$.

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rr} 1 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ 3 & \\ -4 & \\ 2 & \\ \hline -2 & 6 \\ 1 & 0 \\ -2 & 14 \\ 2 & -10 \\ -1 & 8 \end{array}\right), \qquad \left\{ \left(-\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{27}}\right) \begin{pmatrix} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{pmatrix} \right\},$$

$$\left\{ \mathbf{e_1} + \mathbf{e_3} - \mathbf{e_4} + \mathbf{e_5}, \qquad \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} \mathbf{2+1} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{cc} 1 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ 3 & \\ -4 & \\ 2 & \\ \hline \mathbf{-2} & 6 \\ \mathbf{1} & 0 \\ \mathbf{-2} & 14 \\ \mathbf{2} & -10 \\ \mathbf{-1} & 8 \end{array}\right), \qquad \left\{ \left(-\frac{1}{27}\right) \begin{pmatrix} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{pmatrix} \right\},$$

$$\left\{ e_1 + e_3 - e_4 + e_5, \quad \mathbf{-2e_1 + e_2 - 2e_3 + 2e_4 - e_5}, \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 3 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{cc} 1 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ \hline \mathbf{4} & \\ \mathbf{-3} & \\ \mathbf{3} & \\ \mathbf{-4} & \\ \mathbf{2} & \\ \hline -2 & 6 \\ 1 & 0 \\ -2 & 14 \\ 2 & -10 \\ -1 & 8 \end{array}\right), \qquad \left\{ \left(-\frac{1}{27}\right) \begin{pmatrix} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{pmatrix} \right\},$$

$$\left\{ \begin{array}{c} e_1 + e_3 - e_4 + e_5, \quad -2e_1 + e_2 - 2e_3 + 2e_4 - e_5, \\ \mathbf{4e_1 - 3e_2 + 3e_3 - 4e_4 + 2e_5}, \end{array} \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{1} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rr} \mathbf{1} & \\ \mathbf{0} & \\ \mathbf{0} & \\ \mathbf{0} & \\ \mathbf{0} & \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ 3 & \\ -4 & \\ 2 & \\ \hline -2 & 6 \\ 1 & 0 \\ -2 & 14 \\ 2 & -10 \\ -1 & 8 \end{array}\right), \qquad \left\{ \left(-\frac{1}{27}\right) \begin{pmatrix} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{pmatrix} \right\},$$

$$\left\{ \begin{array}{c} e_1 + e_3 - e_4 + e_5, \quad -2e_1 + e_2 - 2e_3 + 2e_4 - e_5, \\ 4e_1 - 3e_2 + 3e_3 - 4e_4 + 2e_5, \\ \mathbf{e_1}, \end{array} \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 1 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{1} \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{cc} 1 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ 3 & \\ -4 & \\ 2 & \\ \hline -2 & \mathbf{6} \\ 1 & \mathbf{0} \\ -2 & \mathbf{14} \\ 2 & \mathbf{-10} \\ -1 & \mathbf{8} \end{array}\right), \qquad \left\{ \left(-\frac{1}{27}\right) \begin{pmatrix} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{pmatrix} \right\},$$

$$\left\{ \begin{array}{c} e_1 + e_3 - e_4 + e_5, \quad -2e_1 + e_2 - 2e_3 + 2e_4 - e_5, \\ 4e_1 - 3e_2 + 3e_3 - 4e_4 + 2e_5, \\ e_1, \quad \mathbf{6e_1 + 14e_3 - 10e_4 + 8e_5} \end{array} \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Задача 3.

$$\left(\begin{array}{rr} 1 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ 0 & \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ 3 & \\ -4 & \\ 2 & \\ \hline -2 & 6 \\ 1 & 0 \\ -2 & 14 \\ 2 & -10 \\ -1 & 8 \end{array}\right), \qquad \left\{ \left(-\frac{1}{27}\right) \begin{pmatrix} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{pmatrix} \right\},$$

$$\left\{ \begin{array}{c} e_1 + e_3 - e_4 + e_5, \quad -2e_1 + e_2 - 2e_3 + 2e_4 - e_5, \\ 4e_1 - 3e_2 + 3e_3 - 4e_4 + 2e_5, \\ e_1, \quad 6e_1 + 14e_3 - 10e_4 + 8e_5 \end{array} \right\}, \quad A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Решение задачи 4.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Характеристический полином можно представить в виде:

$$\left| \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda \end{pmatrix} \right| = (\lambda+1)^4(\lambda-2)^3.$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. $A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 15 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -24 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -22 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 20 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 9 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 12 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -1 \end{pmatrix}$,

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. $A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 15 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -24 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -22 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 20 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 9 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 12 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -1 \end{pmatrix}$,

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^2 = \begin{pmatrix} 66 & -135 & 150 & 324 & 135 & -12 & -378 \\ 60 & -108 & 111 & 288 & 153 & -15 & -243 \\ -51 & 108 & -111 & -270 & -135 & -3 & 270 \\ 9 & -54 & 63 & 90 & 9 & 27 & -216 \\ 12 & 27 & -39 & 0 & 54 & -39 & 189 \\ 18 & -54 & 63 & 108 & 27 & 9 & -189 \\ -21 & 27 & -24 & -90 & -63 & 12 & 27 \end{pmatrix},$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. $A_{\mathbf{Б}} + E = \begin{pmatrix} 15 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -24 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -22 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 20 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 9 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 12 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -1 \end{pmatrix}$,

$$\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^2 = \begin{pmatrix} 66 & -135 & 150 & 324 & 135 & -12 & -378 \\ 60 & -108 & 111 & 288 & 153 & -15 & -243 \\ -51 & 108 & -111 & -270 & -135 & -3 & 270 \\ 9 & -54 & 63 & 90 & 9 & 27 & -216 \\ 12 & 27 & -39 & 0 & 54 & -39 & 189 \\ 18 & -54 & 63 & 108 & 27 & 9 & -189 \\ -21 & 27 & -24 & -90 & -63 & 12 & 27 \end{pmatrix},$$

Ранг матрицы $\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^3$ равен 3, что совпадает с рангом матрицы $\left(A_{\mathbf{Б}} + E\right)^2$.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем канонический базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1).

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
15 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
10 & -24 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-6 & 24 & -22 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -18 & 16 & 20 & 3 & 24 & -67 \\
5 & 15 & -14 & -6 & 9 & -26 & 69 \\
3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 12 & -60 \\
-4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -1 \\
\hline
66 & -135 & 150 & 324 & 135 & -12 & -378 \\
60 & -108 & 111 & 288 & 153 & -15 & -243 \\
-51 & 108 & -111 & -270 & -135 & -3 & 270 \\
9 & -54 & 63 & 90 & 9 & 27 & -216 \\
12 & 27 & -39 & 0 & 54 & -39 & 189 \\
18 & -54 & 63 & 108 & 27 & 9 & -189 \\
-21 & 27 & -24 & -90 & -63 & 12 & 27
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
15 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
10 & -24 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-6 & 24 & -22 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -18 & 16 & 20 & 3 & 24 & -67 \\
5 & 15 & -14 & -6 & 9 & -26 & 69 \\
3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 12 & -60 \\
-4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -1 \\
\hline
66 & -135 & 150 & 324 & 135 & -12 & -378 \\
60 & -108 & 111 & 288 & 153 & -15 & -243 \\
-51 & 108 & -111 & -270 & -135 & -3 & 270 \\
9 & -54 & 63 & 90 & 9 & 27 & -216 \\
12 & 27 & -39 & 0 & 54 & -39 & 189 \\
18 & -54 & 63 & 108 & 27 & 9 & -189 \\
-21 & 27 & -24 & -90 & -63 & 12 & 27
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & 15 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
4 & 10 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-12 & -6 & -22 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
22 & -2 & 16 & 20 & 3 & 24 & -67 \\
-25 & 5 & -14 & -6 & 9 & -26 & 69 \\
12 & 3 & 18 & 30 & 9 & 12 & -60 \\
5 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -1 \\
\hline
3 & 66 & 150 & 324 & 135 & -12 & -378 \\
-12 & 60 & 111 & 288 & 153 & -15 & -243 \\
-6 & -51 & -111 & -270 & -135 & -3 & 270 \\
36 & 9 & 63 & 90 & 9 & 27 & -216 \\
-51 & 12 & -39 & 0 & 54 & -39 & 189 \\
18 & 18 & 63 & 108 & 27 & 9 & -189 \\
15 & -21 & -24 & -90 & -63 & 12 & 27
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & 15 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
4 & 10 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-12 & -6 & -22 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
22 & -2 & 16 & 20 & 3 & 24 & -67 \\
-25 & 5 & -14 & -6 & 9 & -26 & 69 \\
12 & 3 & 18 & 30 & 9 & 12 & -60 \\
5 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -1 \\
\hline
3 & 66 & 150 & 324 & 135 & -12 & -378 \\
-12 & 60 & 111 & 288 & 153 & -15 & -243 \\
-6 & -51 & -111 & -270 & -135 & -3 & 270 \\
36 & 9 & 63 & 90 & 9 & 27 & -216 \\
-51 & 12 & -39 & 0 & 54 & -39 & 189 \\
18 & 18 & 63 & 108 & 27 & 9 & -189 \\
15 & -21 & -24 & -90 & -63 & 12 & 27
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & -22 & -50 & -108 & -45 & 4 & 126 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 45 & 100 & 216 & 90 & -8 & -252 \\
-1 & 22 & 50 & 108 & 45 & -4 & -126 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -183 & -409 & -886 & -369 & 43 & 1022 \\
4 & -78 & -177 & -372 & -147 & 21 & 447 \\
-12 & 258 & 578 & 1244 & 513 & -62 & -1447 \\
22 & -486 & -1084 & -2356 & -987 & 112 & 2705 \\
-25 & 555 & 1236 & 2694 & 1134 & -126 & -3081 \\
12 & -261 & -582 & -1266 & -531 & 60 & 1452 \\
5 & -114 & -253 & -556 & -237 & 25 & 629 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 324 & 711 & 1584 & 693 & -63 & -1755 \\
-6 & 81 & 189 & 378 & 135 & -27 & -486 \\
36 & -783 & -1737 & -3798 & -1611 & 171 & 4320 \\
-51 & 1134 & 2511 & 5508 & 2349 & -243 & -6237 \\
18 & -378 & -837 & -1836 & -783 & 81 & 2079 \\
15 & -351 & -774 & -1710 & -738 & 72 & 1917
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 45 & 100 & 216 & 90 & -8 & -252 \\
-1 & 22 & 50 & 108 & 45 & -4 & -126 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -183 & -409 & -886 & -369 & 43 & 1022 \\
4 & -78 & -177 & -372 & -147 & 21 & 447 \\
-12 & 258 & 578 & 1244 & 513 & -62 & -1447 \\
22 & -486 & -1084 & -2356 & -987 & 112 & 2705 \\
-25 & 555 & 1236 & 2694 & 1134 & -126 & -3081 \\
12 & -261 & -582 & -1266 & -531 & 60 & 1452 \\
5 & -114 & -253 & -556 & -237 & 25 & 629 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 324 & 711 & 1584 & 693 & -63 & -1755 \\
-6 & 81 & 189 & 378 & 135 & -27 & -486 \\
36 & -783 & -1737 & -3798 & -1611 & 171 & 4320 \\
-51 & 1134 & 2511 & 5508 & 2349 & -243 & -6237 \\
18 & -378 & -837 & -1836 & -783 & 81 & 2079 \\
15 & -351 & -774 & -1710 & -738 & 72 & 1917
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 100 & 216 & 90 & 45 & -252 \\
-1 & 4 & 50 & 108 & 45 & 22 & -126 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & -409 & -886 & -369 & -183 & 1022 \\
4 & -21 & -177 & -372 & -147 & -78 & 447 \\
-12 & 62 & 578 & 1244 & 513 & 258 & -1447 \\
22 & -112 & -1084 & -2356 & -987 & -486 & 2705 \\
-25 & 126 & 1236 & 2694 & 1134 & 555 & -3081 \\
12 & -60 & -582 & -1266 & -531 & -261 & 1452 \\
5 & -25 & -253 & -556 & -237 & -114 & 629 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & 711 & 1584 & 693 & 324 & -1755 \\
-6 & 27 & 189 & 378 & 135 & 81 & -486 \\
36 & -171 & -1737 & -3798 & -1611 & -783 & 4320 \\
-51 & 243 & 2511 & 5508 & 2349 & 1134 & -6237 \\
18 & -81 & -837 & -1836 & -783 & -378 & 2079 \\
15 & -72 & -774 & -1710 & -738 & -351 & 1917
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 100 & 216 & 90 & 45 & -252 \\
-1 & 4 & 50 & 108 & 45 & 22 & -126 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & -409 & -886 & -369 & -183 & 1022 \\
4 & -21 & -177 & -372 & -147 & -78 & 447 \\
-12 & 62 & 578 & 1244 & 513 & 258 & -1447 \\
22 & -112 & -1084 & -2356 & -987 & -486 & 2705 \\
-25 & 126 & 1236 & 2694 & 1134 & 555 & -3081 \\
12 & -60 & -582 & -1266 & -531 & -261 & 1452 \\
5 & -25 & -253 & -556 & -237 & -114 & 629 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & 711 & 1584 & 693 & 324 & -1755 \\
-6 & 27 & 189 & 378 & 135 & 81 & -486 \\
36 & -171 & -1737 & -3798 & -1611 & -783 & 4320 \\
-51 & 243 & 2511 & 5508 & 2349 & 1134 & -6237 \\
18 & -81 & -837 & -1836 & -783 & -378 & 2079 \\
15 & -72 & -774 & -1710 & -738 & -351 & 1917
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & -7 & -14 & -5 & -3 & 18 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 44 & 104 & 50 & 21 & -108 \\
-1 & 4 & 22 & 52 & 25 & 10 & -54 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 7 & 14 & 5 & 3 & -18 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & -108 & -284 & -154 & -54 & 248 \\
4 & -21 & -30 & -78 & -42 & -15 & 69 \\
-12 & 62 & 144 & 376 & 203 & 72 & -331 \\
22 & -112 & -300 & -788 & -427 & -150 & 689 \\
-25 & 126 & 354 & 930 & 504 & 177 & -813 \\
12 & -60 & -162 & -426 & -231 & -81 & 372 \\
5 & -25 & -78 & -206 & -112 & -39 & 179 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & 270 & 702 & 378 & 135 & -621 \\
-6 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
36 & -171 & -540 & -1404 & -756 & -270 & 1242 \\
-51 & 243 & 810 & 2106 & 1134 & 405 & -1863 \\
18 & -81 & -270 & -702 & -378 & -135 & 621 \\
15 & -72 & -270 & -702 & -378 & -135 & 621
\end{array}\right)
$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 44 & 104 & 50 & 21 & -108 \\
-1 & 4 & 22 & 52 & 25 & 10 & -54 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 7 & 14 & 5 & 3 & -18 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & -108 & -284 & -154 & -54 & 248 \\
4 & -21 & -30 & -78 & -42 & -15 & 69 \\
-12 & 62 & 144 & 376 & 203 & 72 & -331 \\
22 & -112 & -300 & -788 & -427 & -150 & 689 \\
-25 & 126 & 354 & 930 & 504 & 177 & -813 \\
12 & -60 & -162 & -426 & -231 & -81 & 372 \\
5 & -25 & -78 & -206 & -112 & -39 & 179 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & 270 & 702 & 378 & 135 & -621 \\
-6 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
36 & -171 & -540 & -1404 & -756 & -270 & 1242 \\
-51 & 243 & 810 & 2106 & 1134 & 405 & -1863 \\
18 & -81 & -270 & -702 & -378 & -135 & 621 \\
15 & -72 & -270 & -702 & -378 & -135 & 621
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 1 & 44 & 50 & 21 & -108 \\
-1 & 4 & -2 & 22 & 25 & 10 & -54 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 1 & 7 & 5 & 3 & -18 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & 14 & -108 & -154 & -54 & 248 \\
4 & -21 & 3 & -30 & -42 & -15 & 69 \\
-12 & 62 & -16 & 144 & 203 & 72 & -331 \\
22 & -112 & 38 & -300 & -427 & -150 & 689 \\
-25 & 126 & -45 & 354 & 504 & 177 & -813 \\
12 & -60 & 21 & -162 & -231 & -81 & 372 \\
5 & -25 & 11 & -78 & -112 & -39 & 179 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & -27 & 270 & 378 & 135 & -621 \\
-6 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
36 & -171 & 54 & -540 & -756 & -270 & 1242 \\
-51 & 243 & -81 & 810 & 1134 & 405 & -1863 \\
18 & -81 & 27 & -270 & -378 & -135 & 621 \\
15 & -72 & 27 & -270 & -378 & -135 & 621
\end{array}\right)
$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 1 & 44 & 50 & 21 & -108 \\
-1 & 4 & -2 & 22 & 25 & 10 & -54 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 1 & 7 & 5 & 3 & -18 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & 14 & -108 & -154 & -54 & 248 \\
4 & -21 & 3 & -30 & -42 & -15 & 69 \\
-12 & 62 & -16 & 144 & 203 & 72 & -331 \\
22 & -112 & 38 & -300 & -427 & -150 & 689 \\
-25 & 126 & -45 & 354 & 504 & 177 & -813 \\
12 & -60 & 21 & -162 & -231 & -81 & 372 \\
5 & -25 & 11 & -78 & -112 & -39 & 179 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & -27 & 270 & 378 & 135 & -621 \\
-6 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
36 & -171 & 54 & -540 & -756 & -270 & 1242 \\
-51 & 243 & -81 & 810 & 1134 & 405 & -1863 \\
18 & -81 & 27 & -270 & -378 & -135 & 621 \\
15 & -72 & 27 & -270 & -378 & -135 & 621
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 10 & 14 & 5 & -23 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 1 & 54 & 64 & 26 & -131 \\
-1 & 4 & -2 & 2 & -3 & 0 & -8 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & -1 & -10 & -14 & -5 & 23 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 1 & 17 & 19 & 8 & -41 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & 14 & 32 & 42 & 16 & -74 \\
4 & -21 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 62 & -16 & -16 & -21 & -8 & 37 \\
22 & -112 & 38 & 80 & 105 & 40 & -185 \\
-25 & 126 & -45 & -96 & -126 & -48 & 222 \\
12 & -60 & 21 & 48 & 63 & 24 & -111 \\
5 & -25 & 11 & 32 & 42 & 16 & -74 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & -27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-6 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
36 & -171 & 54 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-51 & 243 & -81 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & -81 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
15 & -72 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
-2 & 8 & 1 & 54 & 64 & 26 & -131 \\
-1 & 4 & -2 & 2 & -3 & 0 & -8 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & -1 & -10 & -14 & -5 & 23 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 1 & 17 & 19 & 8 & -41 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
9 & -43 & 14 & 32 & 42 & 16 & -74 \\
4 & -21 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 62 & -16 & -16 & -21 & -8 & 37 \\
22 & -112 & 38 & 80 & 105 & 40 & -185 \\
-25 & 126 & -45 & -96 & -126 & -48 & 222 \\
12 & -60 & 21 & 48 & 63 & 24 & -111 \\
5 & -25 & 11 & 32 & 42 & 16 & -74 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 63 & -27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-6 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
36 & -171 & 54 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-51 & 243 & -81 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & -81 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
15 & -72 & 27 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rrrr}
54 & 64 & 26 & -131 \\
2 & -3 & 0 & -8 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-10 & -14 & -5 & 23 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
17 & 19 & 8 & -41 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
32 & 42 & 16 & -74 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
-16 & -21 & -8 & 37 \\
80 & 105 & 40 & -185 \\
-96 & -126 & -48 & 222 \\
48 & 63 & 24 & -111 \\
32 & 42 & 16 & -74
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
54 & 64 & 26 & -131 \\
2 & -3 & 0 & -8 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-10 & -14 & -5 & 23 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
17 & 19 & 8 & -41 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
32 & 42 & 16 & -74 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
-16 & -21 & -8 & 37 \\
80 & 105 & 40 & -185 \\
-96 & -126 & -48 & 222 \\
48 & 63 & 24 & -111 \\
32 & 42 & 16 & -74
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} 54 & 64 & 26 & -131 \\ 2 & -3 & 0 & -8 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -10 & -14 & -5 & 23 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 17 & 19 & 8 & -41 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 32 & 42 & 16 & -74 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -16 & -21 & -8 & 37 \\ 80 & 105 & 40 & -185 \\ -96 & -126 & -48 & 222 \\ 48 & 63 & 24 & -111 \\ 32 & 42 & 16 & -74 \end{array}\right) \left(\begin{array}{rrrr} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ -8 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} 54 & 64 & 26 & -131 \\ 2 & -3 & 0 & -8 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -10 & -14 & -5 & 23 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 17 & 19 & 8 & -41 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 32 & 42 & 16 & -74 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -16 & -21 & -8 & 37 \\ 80 & 105 & 40 & -185 \\ -96 & -126 & -48 & 222 \\ 48 & 63 & 24 & -111 \\ 32 & 42 & 16 & -74 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ -8 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrrr} -16 & 54 & 26 & -131 \\ -9 & 2 & 0 & -8 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -2 & -10 & -5 & 23 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ -7 & 17 & 8 & -41 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -2 & 32 & 16 & -74 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -16 & -8 & 37 \\ -5 & 80 & 40 & -185 \\ 6 & -96 & -48 & 222 \\ -3 & 48 & 24 & -111 \\ -2 & 32 & 16 & -74 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
-16 & 54 & 26 & -131 \\
-9 & 2 & 0 & -8 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
-2 & -10 & -5 & 23 \\
3 & 0 & 0 & 0 \\
-7 & 17 & 8 & -41 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-2 & 32 & 16 & -74 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & -16 & -8 & 37 \\
-5 & 80 & 40 & -185 \\
6 & -96 & -48 & 222 \\
-3 & 48 & 24 & -111 \\
-2 & 32 & 16 & -74
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} -16 & 54 & 26 & -131 \\ -9 & 2 & 0 & -8 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -2 & -10 & -5 & 23 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ -7 & 17 & 8 & -41 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -2 & 32 & 16 & -74 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -16 & -8 & 37 \\ -5 & 80 & 40 & -185 \\ 6 & -96 & -48 & 222 \\ -3 & 48 & 24 & -111 \\ -2 & 32 & 16 & -74 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 16 & 8 & -37 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} -16 & 54 & 26 & -131 \\ -9 & 2 & 0 & -8 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -2 & -10 & -5 & 23 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ -7 & 17 & 8 & -41 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -2 & 32 & 16 & -74 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -16 & -8 & 37 \\ -5 & 80 & 40 & -185 \\ 6 & -96 & -48 & 222 \\ -3 & 48 & 24 & -111 \\ -2 & 32 & 16 & -74 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 16 & 8 & -37 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrrr} -16 & -202 & -102 & 461 \\ -9 & -142 & -72 & 325 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -2 & -42 & -21 & 97 \\ 3 & 48 & 24 & -111 \\ -7 & -95 & -48 & 218 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
-16 & -202 & -102 & 461 \\
-9 & -142 & -72 & 325 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
-2 & -42 & -21 & 97 \\
3 & 48 & 24 & -111 \\
-7 & -95 & -48 & 218 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-2 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & 0 & 0 & 0 \\
6 & 0 & 0 & 0 \\
-3 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
-16 & -202 & -102 & 461 \\
-9 & -142 & -72 & 325 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
-2 & -42 & -21 & 97 \\
3 & 48 & 24 & -111 \\
-7 & -95 & -48 & 218 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
-2 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & 0 & 0 & 0 \\
6 & 0 & 0 & 0 \\
-3 & 0 & 0 & 0 \\
-2 & 0 & 0 & 0
\end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rrrr}
-16 & & & \\
-9 & & & \\
0 & & & \\
-2 & & & \\
3 & & & \\
-7 & & & \\
0 & & & \\
\hline
-2 & -202 & -102 & 461 \\
0 & -142 & -72 & 325 \\
1 & 1 & 0 & 0 \\
-5 & -42 & -21 & 97 \\
6 & 48 & 24 & -111 \\
-3 & -95 & -48 & 218 \\
-2 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
-16 & & & \\
-9 & & & \\
0 & & & \\
-2 & & & \\
3 & & & \\
-7 & & & \\
0 & & & \\
\hline
-2 & -202 & -102 & 461 \\
0 & -142 & -72 & 325 \\
1 & 1 & 0 & 0 \\
-5 & -42 & -21 & 97 \\
6 & 48 & 24 & -111 \\
-3 & -95 & -48 & 218 \\
-2 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & -202 & -102 & 461 \\ 0 & -142 & -72 & 325 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ -5 & -42 & -21 & 97 \\ 6 & 48 & 24 & -111 \\ -3 & -95 & -48 & 218 \\ -2 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & -202 & -102 & 461 \\ 0 & -142 & -72 & 325 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ -5 & -42 & -21 & 97 \\ 6 & 48 & 24 & -111 \\ -3 & -95 & -48 & 218 \\ -2 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrrr} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & -200 & -102 & 461 \\ 0 & -142 & -72 & 325 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & -37 & -21 & 97 \\ 6 & 42 & 24 & -111 \\ -3 & -92 & -48 & 218 \\ -2 & 2 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
-16 & & & \\
-9 & & & \\
0 & & & \\
-2 & & & \\
3 & & & \\
-7 & & & \\
0 & & & \\
\hline
-2 & -200 & -102 & 461 \\
0 & -142 & -72 & 325 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & -37 & -21 & 97 \\
6 & 42 & 24 & -111 \\
-3 & -92 & -48 & 218 \\
-2 & 2 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & -200 & -102 & 461 \\ 0 & -142 & -72 & 325 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & -37 & -21 & 97 \\ 6 & 42 & 24 & -111 \\ -3 & -92 & -48 & 218 \\ -2 & 2 & 0 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \end{pmatrix} =$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{cccc}
-16 & & & \\
-9 & & & \\
0 & & & \\
-2 & & & \\
3 & & & \\
-7 & & & \\
0 & & & \\
\hline
-2 & -200 & -102 & 461 \\
0 & -142 & -72 & 325 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & -37 & -21 & 97 \\
6 & 42 & 24 & -111 \\
-3 & -92 & -48 & 218 \\
-2 & 2 & 0 & 1
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & -2
\end{pmatrix}
=
\left(\begin{array}{cccc}
-16 & & & \\
-9 & & & \\
0 & & & \\
-2 & & & \\
3 & & & \\
-7 & & & \\
0 & & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 & -1122 \\
0 & 325 & -72 & -792 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 & -231 \\
6 & -111 & 24 & 264 \\
-3 & 218 & -48 & -528 \\
-2 & 1 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
-16 & & & \\
-9 & & & \\
0 & & & \\
-2 & & & \\
3 & & & \\
-7 & & & \\
0 & & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 & -1122 \\
0 & 325 & -72 & -792 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 & -231 \\
6 & -111 & 24 & 264 \\
-3 & 218 & -48 & -528 \\
-2 & 1 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & 461 & -102 & -1122 \\ 0 & 325 & -72 & -792 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & 97 & -21 & -231 \\ 6 & -111 & 24 & 264 \\ -3 & 218 & -48 & -528 \\ -2 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -11 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{cccc} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & 461 & -102 & -1122 \\ 0 & 325 & -72 & -792 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & 97 & -21 & -231 \\ 6 & -111 & 24 & 264 \\ -3 & 218 & -48 & -528 \\ -2 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -11 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{cccc} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & 461 & -102 & 0 \\ 0 & 325 & -72 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & 97 & -21 & 0 \\ 6 & -111 & 24 & 0 \\ -3 & 218 & -48 & 0 \\ -2 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr}
-16 & & & \\
-9 & & & \\
0 & & & \\
-2 & & & \\
3 & & & \\
-7 & & & \\
0 & & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 & 0 \\
0 & 325 & -72 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 & 0 \\
6 & -111 & 24 & 0 \\
-3 & 218 & -48 & 0 \\
-2 & 1 & 0 & 0
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrr} -16 & & & \\ -9 & & & \\ 0 & & & \\ -2 & & & \\ 3 & & & \\ -7 & & & \\ 0 & & & \\ \hline -2 & 461 & -102 & 0 \\ 0 & 325 & -72 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & 97 & -21 & 0 \\ 6 & -111 & 24 & 0 \\ -3 & 218 & -48 & 0 \\ -2 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rrr} -16 & & \\ -9 & & \\ 0 & & \\ -2 & & \\ 3 & & \\ -7 & & \\ 0 & & \\ \hline -2 & 461 & -102 \\ 0 & 325 & -72 \\ 1 & 0 & 0 \\ -5 & 97 & -21 \\ 6 & -111 & 24 \\ -3 & 218 & -48 \\ -2 & 1 & 0 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr}
-16 & & \\
-9 & & \\
0 & & \\
-2 & & \\
3 & & \\
-7 & & \\
0 & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 \\
0 & 325 & -72 \\
1 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 \\
6 & -111 & 24 \\
-3 & 218 & -48 \\
-2 & 1 & 0
\end{array}\right)$$

Мы нашли канонический базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1):

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr}
-16 & & \\
-9 & & \\
0 & & \\
-2 & & \\
3 & & \\
-7 & & \\
0 & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 \\
0 & 325 & -72 \\
1 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 \\
6 & -111 & 24 \\
-3 & 218 & -48 \\
-2 & 1 & 0
\end{array}\right)$$

Мы нашли векторы канонического базиса корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1):

$$-2e_1 + e_3 - 5e_4 + 6e_5 - 3e_6 - 2e_7,$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr}
-16 & & \\
-9 & & \\
0 & & \\
-2 & & \\
3 & & \\
-7 & & \\
0 & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 \\
0 & 325 & -72 \\
1 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 \\
6 & -111 & 24 \\
-3 & 218 & -48 \\
-2 & 1 & 0
\end{array}\right)$$

Мы нашли векторы канонического базиса корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1):

$$-2e_1 + e_3 - 5e_4 + 6e_5 - 3e_6 - 2e_7,$$
$$-16e_1 - 9e_2 - 2e_4 + 3e_5 - 7e_6,$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr}
-16 & & \\
-9 & & \\
0 & & \\
-2 & & \\
3 & & \\
-7 & & \\
0 & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 \\
0 & 325 & -72 \\
1 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 \\
6 & -111 & 24 \\
-3 & 218 & -48 \\
-2 & 1 & 0
\end{array}\right)$$

Мы нашли векторы канонического базиса корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1):

$$-2e_1 + e_3 - 5e_4 + 6e_5 - 3e_6 - 2e_7,$$
$$-16e_1 - 9e_2 - 2e_4 + 3e_5 - 7e_6,$$
$$461e_1 + 325e_2 + 97e_4 - 111e_5 + 218e_6 + e_7,$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr}
-16 & & \\
-9 & & \\
0 & & \\
-2 & & \\
3 & & \\
-7 & & \\
0 & & \\
\hline
-2 & 461 & -102 \\
0 & 325 & -72 \\
1 & 0 & 0 \\
-5 & 97 & -21 \\
6 & -111 & 24 \\
-3 & 218 & -48 \\
-2 & 1 & 0
\end{array}\right)$$

Мы нашли векторы канонического базиса корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1):

$$-2e_1 + e_3 - 5e_4 + 6e_5 - 3e_6 - 2e_7,$$
$$-16e_1 - 9e_2 - 2e_4 + 3e_5 - 7e_6,$$
$$461e_1 + 325e_2 + 97e_4 - 111e_5 + 218e_6 + e_7,$$
$$-102e_1 - 72e_2 - 21e_4 + 24e_5 - 48e_6.$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем канонический базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению 2.

Задача 4.

Имеем $A_{\textbf{Б}} - 2E = \begin{pmatrix} 12 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -27 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \end{pmatrix},$

Задача 4.

Имеем $A_{\textbf{Б}} - 2E = \begin{pmatrix} 12 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -27 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \end{pmatrix}, \quad \mathrm{Rg}\left(A_{\textbf{Б}} - 2E\right) = 5,$

$$\left(A_{\textbf{Б}} - 2E\right)^2 = \begin{pmatrix} -15 & 99 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\ 0 & 45 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\ -15 & -36 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\ 21 & 54 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\ -18 & -63 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\ 0 & 54 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\ 3 & 9 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42 \end{pmatrix},$$

Задача 4.

Имеем $A_{\textbf{Б}} - 2E = \begin{pmatrix} 12 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -27 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \end{pmatrix}$, $\operatorname{Rg}\left(A_{\textbf{Б}} - 2E\right) = 5$,

$\left(A_{\textbf{Б}} - 2E\right)^2 = \begin{pmatrix} -15 & 99 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\ 0 & 45 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\ -15 & -36 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\ 21 & 54 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\ -18 & -63 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\ 0 & 54 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\ 3 & 9 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42 \end{pmatrix}$, $\operatorname{Rg}\left(A_{\textbf{Б}} - 2E\right)^2 = 4$,

$\operatorname{Rg}\left(A_{\textbf{Б}} - 2E\right)^3 = 4$.

Задача 4.

$$
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
12 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
10 & -27 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-6 & 24 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -18 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\
5 & 15 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\
3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
-4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
-15 & 99 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\
0 & 45 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\
-15 & -36 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\
21 & 54 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\
-18 & -63 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\
0 & 54 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\
3 & 9 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42
\end{array}\right)
$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
12 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
10 & -27 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-6 & 24 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -18 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\
5 & 15 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\
3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
-4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
-15 & 99 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\
0 & 45 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\
-15 & -36 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\
21 & 54 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\
-18 & -63 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\
0 & 54 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\
3 & 9 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}$$

Задача 4.

$$
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
12 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
10 & -27 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-6 & 24 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -18 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\
5 & 15 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\
3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
-4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
-15 & 99 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\
0 & 45 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\
-15 & -36 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\
21 & 54 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\
-18 & -63 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\
0 & 54 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\
3 & 9 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42
\end{array}\right)
\mapsto
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & 12 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
-4 & 10 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-1 & -6 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -2 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\
1 & 5 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\
0 & 3 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & -15 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\
18 & 0 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\
-6 & -15 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\
21 & 21 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\
-18 & -18 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\
9 & 0 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\
3 & 3 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42
\end{array}\right)
$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & 12 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
-4 & 10 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-1 & -6 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -2 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\
1 & 5 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\
0 & 3 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & -15 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\
18 & 0 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\
-6 & -15 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\
21 & 21 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\
-18 & -18 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\
9 & 0 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\
3 & 3 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
1 & 5 & 32 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right)$$

Задача 4.

$$
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & 12 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\
-4 & 10 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\
-1 & -6 & -25 & -52 & -27 & -14 & 65 \\
-2 & -2 & 16 & 17 & 3 & 24 & -67 \\
1 & 5 & -14 & -6 & 6 & -26 & 69 \\
0 & 3 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & -15 & -96 & -192 & -81 & -54 & 294 \\
18 & 0 & -27 & -72 & -45 & -45 & 99 \\
-6 & -15 & 30 & 42 & 27 & 81 & -120 \\
21 & 21 & -33 & -21 & -9 & -117 & 186 \\
-18 & -18 & 45 & 36 & 9 & 117 & -225 \\
9 & 0 & -45 & -72 & -27 & -54 & 171 \\
3 & 3 & -6 & 6 & 9 & -18 & 42
\end{array}\right)
\mapsto
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 5 & 32 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 5 & 33 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & 22 & 105 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -10 & -105 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -11 & -57 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & -12 & -48 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & 10 & 18 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 3 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 90 & 549 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & -45 & -162 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & 126 & 639 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & -108 & -531 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & 45 & 243 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & 18 & 90 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right)
$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 5 & 32 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 5 & 33 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & 22 & 105 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -10 & -105 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -11 & -57 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & -12 & -48 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & 10 & 18 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 3 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 90 & 549 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & -45 & -162 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & 126 & 639 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & -108 & -531 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & 45 & 243 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & 18 & 90 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}$$

Задача 4.

$$
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 5 & 32 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 5 & 33 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & 22 & 105 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -10 & -105 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -11 & -57 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & -12 & -48 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & 10 & 18 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 3 & 18 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & -4 & -3 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 90 & 549 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & -45 & -162 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & 126 & 639 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & -108 & -531 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & 45 & 243 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & 18 & 90 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right)
\mapsto
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 3 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 22 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -29 & -10 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -7 & -11 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & 24 & -12 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & -34 & 10 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -4 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 90 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & 108 & -45 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & -117 & 126 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & 117 & -108 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & -27 & 45 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & -18 & 18 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right)
$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 3 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 22 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -29 & -10 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -7 & -11 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & 24 & -12 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & -34 & 10 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -4 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 90 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & 108 & -45 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & -117 & 126 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & 117 & -108 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & -27 & 45 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & -18 & 18 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right)
\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & -10 & -120 & -49 & -31 & 185 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{pmatrix}$$

Задача 4.

$$
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 3 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 22 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -29 & -10 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -7 & -11 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & 24 & -12 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & -34 & 10 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -4 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 90 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & 108 & -45 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & -117 & 126 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & 117 & -108 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & -27 & 45 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & -18 & 18 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right)
\mapsto
\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & -35 & -416 & -169 & -106 & 642 \\
1 & 3 & -25 & -296 & -120 & -75 & 457 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & -20 & -240 & -98 & -61 & 370 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 212 & 2494 & 1021 & 632 & -3823 \\
-4 & -29 & 280 & 3284 & 1346 & 832 & -5030 \\
-1 & -7 & 59 & 724 & 289 & 185 & -1132 \\
-2 & 24 & -252 & -2991 & -1227 & -756 & 4569 \\
1 & -34 & 350 & 4138 & 1699 & 1046 & -6319 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -134 & -1576 & -649 & -398 & 2401 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-6 & 108 & -1125 & -13302 & -5427 & -3375 & 20448 \\
21 & -117 & 1296 & 15363 & 6291 & 3888 & -23517 \\
-18 & 117 & -1278 & -15156 & -6210 & -3834 & 23184 \\
9 & -27 & 315 & 3744 & 1539 & 945 & -5706 \\
3 & -18 & 198 & 2358 & 972 & 594 & -3582
\end{array}\right)
$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 3 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 22 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -29 & -10 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -7 & -11 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & 24 & -12 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & -34 & 10 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -4 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 90 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & 108 & -45 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & -117 & 126 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & 117 & -108 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & -27 & 45 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & -18 & 18 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & -35 & -416 & -169 & -106 & 642 \\
1 & 3 & -25 & -296 & -120 & -75 & 457 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & -20 & -240 & -98 & -61 & 370 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 212 & 2494 & 1021 & 632 & -3823 \\
-4 & -29 & 280 & 3284 & 1346 & 832 & -5030 \\
-1 & -7 & 59 & 724 & 289 & 185 & -1132 \\
-2 & 24 & -252 & -2991 & -1227 & -756 & 4569 \\
1 & -34 & 350 & 4138 & 1699 & 1046 & -6319 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -134 & -1576 & -649 & -398 & 2401 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-6 & 108 & -1125 & -13302 & -5427 & -3375 & 20448 \\
21 & -117 & 1296 & 15363 & 6291 & 3888 & -23517 \\
-18 & 117 & -1278 & -15156 & -6210 & -3834 & 23184 \\
9 & -27 & 315 & 3744 & 1539 & 945 & -5706 \\
3 & -18 & 198 & 2358 & 972 & 594 & -3582
\end{array}\right)$$

УЖАС!!!

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
1 & 3 & 5 & 64 & 27 & 18 & -98 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 22 & 214 & 90 & 43 & -308 \\
-4 & -29 & -10 & -196 & -75 & -67 & 335 \\
-1 & -7 & -11 & -116 & -54 & -32 & 163 \\
-2 & 24 & -12 & -111 & -51 & -12 & 129 \\
1 & -34 & 10 & 58 & 33 & -8 & -29 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -4 & -16 & -12 & 5 & -4 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 90 & 1080 & 441 & 279 & -1665 \\
-6 & 108 & -45 & -342 & -135 & -27 & 468 \\
21 & -117 & 126 & 1323 & 558 & 261 & -1872 \\
-18 & 117 & -108 & -1116 & -477 & -207 & 1539 \\
9 & -27 & 45 & 504 & 216 & 108 & -711 \\
3 & -18 & 18 & 198 & 90 & 36 & -252
\end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{rrrrrrr}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 4 & -35 & -416 & -169 & -106 & 642 \\
1 & 3 & -25 & -296 & -120 & -75 & 457 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 2 & -20 & -240 & -98 & -61 & 370 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
\hline
2 & -19 & 212 & 2494 & 1021 & 632 & -3823 \\
-4 & -29 & 280 & 3284 & 1346 & 832 & -5030 \\
-1 & -7 & 59 & 724 & 289 & 185 & -1132 \\
-2 & 24 & -252 & -2991 & -1227 & -756 & 4569 \\
1 & -34 & 350 & 4138 & 1699 & 1046 & -6319 \\
0 & 0 & 3 & 30 & 9 & 9 & -60 \\
0 & 13 & -134 & -1576 & -649 & -398 & 2401 \\
\hline
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
18 & 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-6 & 108 & -1125 & -13302 & -5427 & -3375 & 20448 \\
21 & -117 & 1296 & 15363 & 6291 & 3888 & -23517 \\
-18 & 117 & -1278 & -15156 & -6210 & -3834 & 23184 \\
9 & -27 & 315 & 3744 & 1539 & 945 & -5706 \\
3 & -18 & 198 & 2358 & 972 & 594 & -3582
\end{array}\right)$$

Попробуем иначе...

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем канонический базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению 2: вторая попытка.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем канонический базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению 2: вторая попытка.

Мы знаем базис **образа пространства относительно действия оператора** $(A+E)^2$: $\mathbf{B} = \{v_1,\ v_2,\ v_3\}$, где

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем канонический базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению 2: вторая попытка.

Мы знаем базис **образа пространства относительно действия оператора** $(A+E)^2$: $\mathbf{B} = \{v_1,\ v_2,\ v_3\}$, где

$$[v_1]_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 \\ -12 \\ -6 \\ 36 \\ -51 \\ 18 \\ 15 \end{pmatrix}, \quad [v_2]_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 63 \\ 27 \\ -171 \\ 243 \\ -81 \\ -72 \end{pmatrix}, \quad [v_3]_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 0 \\ -27 \\ 0 \\ 54 \\ -81 \\ 27 \\ 27 \end{pmatrix}.$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем канонический базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению 2: вторая попытка.

Мы знаем базис **образа пространства относительно действия оператора** $(A+E)^2$: $\mathbf{B} = \{v_1,\ v_2,\ v_3\}$, где

$[v_1]_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 3 \\ -12 \\ -6 \\ 36 \\ -51 \\ 18 \\ 15 \end{pmatrix}$, $[v_2]_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 63 \\ 27 \\ -171 \\ 243 \\ -81 \\ -72 \end{pmatrix}$, $[v_3]_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 0 \\ -27 \\ 0 \\ 54 \\ -81 \\ 27 \\ 27 \end{pmatrix}$. Найдем матрицу ограничения оператора $(\hat{A} + \hat{E})$ на подпространство с базисом $\mathbf{B} = \{v_1,\ v_2,\ v_3\}$.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. В силу **теоремы о координатах образа вектора** с помощью **умножения матриц на макроуровне** получаем

$$\left(\left[\hat{A}v_1\right]_{\mathbf{Б}} \left[\hat{A}v_2\right]_{\mathbf{Б}} \left[\hat{A}v_3\right]_{\mathbf{Б}}\right) = A_{\mathbf{Б}} \left([v_1]_{\mathbf{Б}} [v_2]_{\mathbf{Б}} [v_3]_{\mathbf{Б}}\right) =$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. В силу **теоремы о координатах образа вектора** с помощью **умножения матриц на макроуровне** получаем

$$\left(\left[\hat{A}v_1\right]_{\mathbf{Б}} \left[\hat{A}v_2\right]_{\mathbf{Б}} \left[\hat{A}v_3\right]_{\mathbf{Б}}\right) = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ -12 & 63 & -27 \\ -6 & 27 & 0 \\ 36 & -171 & 54 \\ -51 & 243 & -81 \\ 18 & -81 & 27 \\ 15 & -72 & 27 \end{pmatrix} =$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. В силу **теоремы о координатах образа вектора** с помощью **умножения матриц на макроуровне** получаем

$$\left(\left[\hat{A}v_1\right]_{\mathbf{Б}} \left[\hat{A}v_2\right]_{\mathbf{Б}} \left[\hat{A}v_3\right]_{\mathbf{Б}}\right) = \begin{pmatrix} -27 & 189 & -54 \\ -108 & 567 & -189 \\ 54 & -297 & 108 \\ 108 & -513 & 162 \\ -189 & 918 & -297 \\ 54 & -243 & 81 \\ 81 & -405 & 135 \end{pmatrix}.$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. С помощью **теоремы о координатах образа вектора** для матрицы $(A'+E)$ ограничения оператора $(\hat{A}+\hat{E})$ на подпространство с базисом $\mathbf{B} = \{v_1,\ v_2,\ v_3\}$, используя **умножения матриц на макроуровне**, получаем:

$$\begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ -12 & 63 & -27 \\ -6 & 27 & 0 \\ 36 & -171 & 54 \\ -51 & 243 & -81 \\ 18 & -81 & 27 \\ 15 & -72 & 27 \end{pmatrix} (A'+E) = \begin{pmatrix} -27 & 189 & -54 \\ -108 & 567 & -189 \\ 54 & -297 & 108 \\ 108 & -513 & 162 \\ -189 & 918 & -297 \\ 54 & -243 & 81 \\ 81 & -405 & 135 \end{pmatrix}.$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. С помощью **теоремы о координатах образа вектора** для матрицы $(A'+E)$ ограничения оператора $(\hat{A}+\hat{E})$ на подпространство с базисом $\mathbf{B} = \{v_1,\ v_2,\ v_3\}$, используя **умножения матриц на макроуровне**, получаем:

$$\begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ -12 & 63 & -27 \\ -6 & 27 & 0 \\ 36 & -171 & 54 \\ -51 & 243 & -81 \\ 18 & -81 & 27 \\ 15 & -72 & 27 \end{pmatrix} (A'+E) = \begin{pmatrix} -27 & 189 & -54 \\ -108 & 567 & -189 \\ 54 & -297 & 108 \\ 108 & -513 & 162 \\ -189 & 918 & -297 \\ 54 & -243 & 81 \\ 81 & -405 & 135 \end{pmatrix}.$$

Решая это уравнение, например, методом Гаусса, имеем

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Решая уравнение, например, методом Гаусса, имеем $A' + E = \begin{pmatrix} -9 & 63 & -18 \\ 0 & 3 & 0 \\ 8 & -42 & 15 \end{pmatrix}$.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Решая уравнение, например, методом Гаусса, имеем $A' + E = \begin{pmatrix} -9 & 63 & -18 \\ 0 & 3 & 0 \\ 8 & -42 & 15 \end{pmatrix}$.

Осталось найти канонический базис. Имеем

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Решая уравнение, например, методом Гаусса, имеем $A' + E = \begin{pmatrix} -9 & 63 & -18 \\ 0 & 3 & 0 \\ 8 & -42 & 15 \end{pmatrix}$.

Осталось найти канонический базис. Имеем

$$(A' - 2E) = \begin{pmatrix} -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix}, \quad (A' - 2E)^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrr} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrr} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrr} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrr} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrr} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{rrr} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrr} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{rrr} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{rrr} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & -7 & -10 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & -7 & -10 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 14 & 21 \end{array}\right)$$

Задача 4.

$$\left(\begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{array}\right) \begin{pmatrix} 1 & -7 & -10 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc} 5 & & \\ 1 & & \\ 0 & & \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 14 & 21 \end{array}\right) \mapsto \left(\begin{array}{cc} 5 & \\ 1 & \\ 0 & \\ \hline 3 & 0 \\ 0 & 4 \\ -2 & 14 \end{array}\right)$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Полученный результат $\left(\begin{array}{cc} 5 & \\ 1 & \\ 0 & \\ \hline 3 & 0 \\ 0 & 4 \\ -2 & 14 \end{array}\right)$ показывает, что матрица ограничения оператора $\left(\hat{A} - 2\hat{E}\right)$ на корневое подпространство оператора $\hat{A}$, отвечающее собственному значению 2, в базисе $\{3v_1 + (-2)v_3,$

имеет матрицу $\begin{pmatrix} 0 & & \\ 0 & & \\ 0 & & \end{pmatrix}$.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Полученный результат $\left(\begin{array}{cc} 5 & \\ 1 & \\ 0 & \\ \hline 3 & 0 \\ 0 & 4 \\ -2 & 14 \end{array}\right)$ показывает, что матрица ограничения оператора $\left(\hat{A} - 2\hat{E}\right)$ на корневое подпространство оператора $\hat{A}$, отвечающее собственному значению 2, в базисе $\{3v_1 - 2v_3,\ 5v_1 + 1v_2,$

имеет матрицу $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Полученный результат $\left(\begin{array}{cc} 5 & \\ 1 & \\ 0 & \\ \hline 3 & 0 \\ 0 & 4 \\ -2 & 14 \end{array}\right)$ показывает, что матрица ограничения оператора $\left(\hat{A} - 2\hat{E}\right)$ на корневое подпространство оператора $\hat{A}$, отвечающее собственному значению 2, в базисе $\{3v_1 - 2v_3,\ 5v_1 + v_2,\ 4v_2 + 14v_3\}$ имеет матрицу $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$.

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем координаты векторов $\{3v_1 - 2v_3,\ 5v_1 + v_2,\ 4v_2 + 14v_3\}$ в исходном базисе $\mathbf{Б} = \{e_1,\ e_2,\ e_3,\ e_4,\ e_5,\ e_6,\ e_7\}$, используя **координаты векторов** $v_1,\ v_2,\ v_3$ (последний «слой» матрицы) и **умножение матриц «на макроуровне»**:

$$\begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ -12 & 63 & -27 \\ -6 & 27 & 0 \\ 36 & -171 & 54 \\ -51 & 243 & -81 \\ 18 & -81 & 27 \\ 15 & -72 & 27 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 5 & 0 \\ 0 & 1 & 4 \\ -2 & 0 & 14 \end{pmatrix} =$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Найдем координаты векторов $\{3v_1 - 2v_3,\ 5v_1 + v_2,\ 4v_2 + 14v_3\}$ в исходном базисе $\mathbf{Б} = \{e_1,\ e_2,\ e_3,\ e_4,\ e_5,\ e_6,\ e_7\}$, используя **координаты векторов** $v_1,\ v_2,\ v_3$ (последний «слой» матрицы) и **умножение матриц «на макроуровне»**:

$$\begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ -12 & 63 & -27 \\ -6 & 27 & 0 \\ 36 & -171 & 54 \\ -51 & 243 & -81 \\ 18 & -81 & 27 \\ 15 & -72 & 27 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 5 & 0 \\ 0 & 1 & 4 \\ -2 & 0 & 14 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9 & 15 & 0 \\ 18 & 3 & -126 \\ -18 & -3 & 108 \\ 0 & 9 & 72 \\ 9 & -12 & -162 \\ 0 & 9 & 54 \\ -9 & 3 & 90 \end{pmatrix}.$$

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. Следовательно, переход в канонический базис **Б'** можно осуществить с помощью **матрицы перехода**

$$T_{\mathbf{Б}\to\mathbf{Б'}} = \begin{pmatrix} -2 & -16 & 461 & -102 & 9 & 15 & 0 \\ 0 & -9 & 325 & -72 & 18 & 3 & -126 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -18 & -3 & 108 \\ -5 & -2 & 97 & -21 & 0 & 9 & 72 \\ 6 & 3 & -111 & 24 & 9 & -12 & -162 \\ -3 & -7 & 218 & -48 & 0 & 9 & 54 \\ -2 & 0 & 1 & 0 & -9 & 3 & 90 \end{pmatrix},$$

(базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1), **был найден ранее**).

Задача 4. Рассмотрим линейный оператор $\hat{A}$, имеющий в базисе $\mathbf{Б} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$ матрицу $A_{\mathbf{Б}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$. Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

Ответ. При этом **матрица оператора** $\hat{A}$ в базисе **Б'** имеет вид:

$$A_{\mathbf{Б'}} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix},$$

(базис корневого подпространства, отвечающего собственному значению (-1), **был найден ранее**).

Спасибо за внимание!

e-mail: melnikov@k66.ru, melnikov@r66.ru
сайты: http://melnikov.k66.ru, http://melnikov.web.ur.ru

Вернуться к списку презентаций?