

Министерство образования и науки РФ  
Уральский государственный экономический университет



Ю. Б. Мельников

# Нормальная жорданова форма

Раздел **электронного учебника**  
для сопровождения практического занятия

*Изд. 4-е, испр. и доп.*



e-mail: [melnikov@k66.ru](mailto:melnikov@k66.ru),  
[melnikov@r66.ru](mailto:melnikov@r66.ru)

сайты:  
<http://melnikov.k66.ru>,  
<http://melnikov.web.ur.ru>

Екатеринбург  
2012

<i>I Случай, когда все пространство — корневое</i>	4
Задача I.1	5
Задача I.2	6
<i>II Случай, когда одно из корневых пространств — одномерное</i>	7
Задача II.3	8
<i>III Общий случай</i>	9
Задача III.4	10
Ответы и решения	11

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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$  матрицу

$$A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}.$$

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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$  матрицу

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

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 линей-

ный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$  матрицу

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

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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$  матрицу  $A_{\mathbf{B}} =$

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

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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$  матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$ . Найти **нормальную жорданову форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

**Ответ.**

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

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

**Ответ.**

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

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

**Задача 1.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$  мат-

рицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} -5 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -6 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & -1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$ . Найти **нормальную жорданову форму** этого опе-

ратора и **канонический базис**.

**Ответ.**

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

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

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



**Задача 1.**

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

### Задача 1.

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

Плохо...

### Задача 1.

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

То же плоховато...

### Задача 1.

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

А вот теперь в самый раз...

### Задача 1.

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

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

Пятый столбец сделаем первым.

### Задача 1.

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

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

Пятый столбец сделаем первым.

### Задача 1.

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

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

Пятый столбец сделаем первым.

### Задача 1.

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

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

Из второго столбца



### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 1 \\ \hline -3 & \mathbf{19} & -18 & 16 & -8 \\ -1 & \mathbf{-4} & 4 & 2 & -3 \\ -1 & \mathbf{-1} & 1 & 3 & -3 \\ 0 & \mathbf{9} & -9 & 3 & 0 \\ 1 & \mathbf{4} & -4 & -2 & 3 \\ \hline 0 & \mathbf{-3} & 0 & 0 & -3 \\ 0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & -1 \\ 0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & -1 \\ 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \\ \hline -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

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

Из второго столбца вычтем пятый столбец исходной матрицы

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\ \hline 0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & & & & \\ 0 & 1 & & & \\ 0 & & & & \\ 0 & & & & \\ 1 & -1 & & & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \\ \hline -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

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.

$$\begin{pmatrix} 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{1} \\ \hline -3 & \mathbf{19} & -18 & 16 & \mathbf{-8} \\ -1 & \mathbf{-4} & 4 & 2 & \mathbf{-3} \\ -1 & \mathbf{-1} & 1 & 3 & \mathbf{-3} \\ 0 & \mathbf{9} & -9 & 3 & \mathbf{0} \\ 1 & \mathbf{4} & -4 & -2 & \mathbf{3} \\ \hline 0 & \mathbf{-3} & 0 & 0 & \mathbf{-3} \\ 0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\ 0 & \mathbf{-1} & 0 & 0 & \mathbf{-1} \\ 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 & \mathbf{1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \\ \hline -8 & 27 \\ -3 & -1 \\ -3 & 2 \\ 0 & 9 \\ 3 & 1 \\ \hline -3 & 0 \\ -1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

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.

$$\begin{pmatrix} \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -\mathbf{3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -\mathbf{1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -\mathbf{1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\ \mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\ \mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\ \hline \mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \\ \hline -8 & 27 \\ -3 & -1 \\ -3 & 2 \\ 0 & 9 \\ 3 & 1 \\ \hline -3 & 0 \\ -1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

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

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -\mathbf{3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -\mathbf{1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -\mathbf{1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\ \mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\ \mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\ \hline \mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & \\ 0 & 0 & \\ 0 & 0 & \\ 1 & -1 & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \\ \hline -8 & 27 \\ -3 & -1 \\ -3 & 2 \\ 0 & 9 \\ 3 & 1 \\ \hline -3 & 0 \\ -1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

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

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -\mathbf{3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -\mathbf{1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -\mathbf{1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\ \mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\ \mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\ \hline \mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \\ \hline -8 & 27 \\ -3 & -1 \\ -3 & 2 \\ 0 & 9 \\ 3 & 1 \\ \hline -3 & 0 \\ -1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

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

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -\mathbf{3} & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -\mathbf{1} & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -\mathbf{1} & -1 & 1 & 3 & -3 \\ \mathbf{0} & 9 & -9 & 3 & 0 \\ \mathbf{1} & 4 & -4 & -2 & 3 \\ \hline \mathbf{0} & -3 & 0 & 0 & -3 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & -1 & 0 & 0 & -1 \\ \mathbf{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ \hline -8 & 27 & -3 \\ -3 & -1 & -1 \\ -3 & 2 & -1 \\ 0 & 9 & 0 \\ 3 & 1 & 1 \\ \hline -3 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

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

В качестве третьего столбца возьмем первый столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 \\ \hline -3 & 19 & \mathbf{-18} & 16 & -8 \\ -1 & -4 & \mathbf{4} & 2 & -3 \\ -1 & -1 & \mathbf{1} & 3 & -3 \\ 0 & 9 & \mathbf{-9} & 3 & 0 \\ 1 & 4 & \mathbf{-4} & -2 & 3 \\ \hline 0 & -3 & \mathbf{0} & 0 & -3 \\ 0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\ 0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ \hline -8 & 27 & -3 \\ -3 & -1 & -1 \\ -3 & 2 & -1 \\ 0 & 9 & 0 \\ 3 & 1 & 1 \\ \hline -3 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

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

В качестве четвертого столбца возьмем третий столбец исходной матрицы.



### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 \\ \hline -3 & 19 & \mathbf{-18} & 16 & -8 \\ -1 & -4 & \mathbf{4} & 2 & -3 \\ -1 & -1 & \mathbf{1} & 3 & -3 \\ 0 & 9 & \mathbf{-9} & 3 & 0 \\ 1 & 4 & \mathbf{-4} & -2 & 3 \\ \hline 0 & -3 & \mathbf{0} & 0 & -3 \\ 0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\ 0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ \hline -8 & 27 & -3 \\ -3 & -1 & -1 \\ -3 & 2 & -1 \\ 0 & 9 & 0 \\ 3 & 1 & 1 \\ \hline -3 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

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

В качестве четвертого столбца возьмем третий столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 1 \\ \hline -3 & 19 & \mathbf{-18} & 16 & -8 \\ -1 & -4 & \mathbf{4} & 2 & -3 \\ -1 & -1 & \mathbf{1} & 3 & -3 \\ 0 & 9 & \mathbf{-9} & 3 & 0 \\ 1 & 4 & \mathbf{-4} & -2 & 3 \\ \hline 0 & -3 & \mathbf{0} & 0 & -3 \\ 0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\ 0 & -1 & \mathbf{0} & 0 & -1 \\ 0 & 0 & \mathbf{0} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ \hline -8 & 27 & -3 & -18 \\ -3 & -1 & -1 & 4 \\ -3 & 2 & -1 & 1 \\ 0 & 9 & 0 & -9 \\ 3 & 1 & 1 & -4 \\ \hline -3 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

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

В качестве четвертого столбца возьмем третий столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

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

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

В качестве пятого столбца возьмем четвертый столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

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

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

В качестве пятого столбца возьмем четвертый столбец исходной матрицы.

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline -3 & 19 & -18 & 16 & -8 \\ -1 & -4 & 4 & 2 & -3 \\ -1 & -1 & 1 & 3 & -3 \\ 0 & 9 & -9 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & -4 & -2 & 3 \\ \hline 0 & -3 & 0 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline -8 & 27 & -3 & -18 & 16 \\ -3 & -1 & -1 & 4 & 2 \\ -3 & 2 & -1 & 1 & 3 \\ 0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\ 3 & 1 & 1 & -4 & -2 \\ \hline -3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

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

### Задача 1.

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

«Уроним» столбцы с нулевым «подвалом».

### Задача 1.

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

«Уроним» столбцы с нулевым «подвалом».

### Задача 1.

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



### Задача 1.

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

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

### Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline -8 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline -3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\ -1 & -1 & -1 & 4 & 2 \\ -1 & 2 & -1 & 1 & 3 \\ 0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & -4 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline -8 & 8 & 9 & -32 & -16 \\ -3 & 4 & 3 & -12 & -6 \\ -3 & 3 & 3 & -11 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & -4 & -3 & 12 & 6 \\ \hline -3 & 27 & -3 & -18 & 16 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 3 & 0 & -3 & 1 \\ 0 & 9 & 0 & -9 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

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

### Задача 1.

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

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

### Задача 1.

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

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

### Задача 1.

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

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

# Задача 1.

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

«Уроним» столбцы с нулевым «подвалом».

# Задача 1.

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

### Задача 1.

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

«Прочистим» четвертую строку снизу.

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



### Задача 1.

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

«Прочистим» четвертую строку снизу.

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

### Задача 1.

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

«Прочистим» четвертую строку снизу.

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

### Задача 1.

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

Удалим нулевой столбец и «прочистим» третью строку снизу.

### Задача 1.

$$\left( \begin{array}{cc|cccc} 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 1 & & & & & \\ \hline -8 & -16 & & & & \\ -3 & -6 & & & & \\ -3 & -6 & & & & \\ 0 & 1 & & & & \\ 3 & 6 & & & & \\ \hline -3 & 10 & -10 & 10 & & \\ -1 & 0 & 0 & 0 & & \\ -1 & \mathbf{1} & -1 & 1 & & \\ 0 & 3 & -3 & 3 & & \\ 1 & 0 & 0 & 0 & & \end{array} \right) \left( \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) =$$

«Прочистим» третью строку снизу.

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

# Задача 1.

$$\left( \begin{array}{cc|cccc} 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 1 & & & & & \\ \hline -8 & -16 & & & & \\ -3 & -6 & & & & \\ -3 & -6 & & & & \\ 0 & 1 & & & & \\ 3 & 6 & & & & \\ \hline -3 & 10 & -10 & 10 & & \\ -1 & 0 & 0 & 0 & & \\ -1 & \mathbf{1} & -1 & 1 & & \\ 0 & 3 & -3 & 3 & & \\ 1 & 0 & 0 & 0 & & \end{array} \right) \left( \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) = \left( \begin{array}{cc|cccc} 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 1 & & & & & \\ \hline -8 & -16 & & & & \\ -3 & -6 & & & & \\ -3 & -6 & & & & \\ 0 & 1 & & & & \\ 3 & 6 & & & & \\ \hline -3 & 10 & 0 & 0 & & \\ -1 & 0 & 0 & 0 & & \\ -1 & 1 & 0 & 0 & & \\ 0 & 3 & 0 & 0 & & \\ 1 & 0 & 0 & 0 & & \end{array} \right)$$

Удалим нулевые столбцы.

**Задача 1.**

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

Запишем ответ:

# Задача 1.

$$\left( \begin{array}{cc|c} 0 & & \\ 0 & & \\ 0 & & \\ 0 & & \\ 1 & & \\ \hline -8 & -16 & \\ -3 & -6 & \\ -3 & -6 & \\ 0 & 1 & \\ 3 & 6 & \\ \hline -3 & 10 & \\ -1 & 0 & \\ -1 & 1 & \\ 0 & 3 & \\ 1 & 0 & \end{array} \right) \quad \left\{ \left( \begin{array}{c} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right), \right. \quad \left. \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

$$\mathbf{B} = \left\{ \begin{array}{c} -3\mathbf{e}_1 - \mathbf{e}_2 - \mathbf{e}_3 + \mathbf{e}_5, \\ \end{array} \right\} \quad \text{имеем } A_{\mathbf{B}} + 2E = \left( \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right)$$

# Задача 1.

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

$$\left\{ \left( \begin{array}{c} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{array} \right), \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

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



# Задача 1.

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \hline -8 & -16 \\ -3 & -6 \\ -3 & -6 \\ 0 & 1 \\ 3 & 6 \\ \hline -3 & 10 \\ -1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & 3 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\left\{ \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

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

# Задача 1.

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

Запишем ответ: в базисе

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

# Задача 1.

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

$$\left\{ \left( \begin{array}{c} -3 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} -8 \\ -3 \\ -3 \\ 0 \\ 3 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} 10 \\ 0 \\ 1 \\ 3 \\ 0 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} -16 \\ -6 \\ -6 \\ 1 \\ 6 \end{array} \right) \right\}$$

Запишем ответ: в базисе

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

# Задача 1.

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

Запишем ответ: в базисе

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

# Решение задачи 2.

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

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

**Ответ.**

$$A_{\mathbf{B}} + E =$$

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

**Ответ.**

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



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

**Ответ.**

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

$$(A_{\mathbf{B}} + E)^2 =$$

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

**Ответ.**

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

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

**Задача 2.**

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

**Задача 2.**

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

## Задача 2.

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

## Задача 2.

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

## Задача 2.

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

## Задача 2.

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

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



## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & 4 & -4 & -7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\ -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\ 2 & 1 & -2 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

## Задача 2.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \hline
 \textcolor{violet}{1} & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\
 -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\
 -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\
 2 & 1 & 4 & -4 & -7
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\
 -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\
 2 & 1 & -2 & 2 & 3
 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \textcolor{violet}{-3} & 6 & -6 & -9 \\
 -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\
 2 & 1 & -2 & 2 & 3
 \end{pmatrix}$$

## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \hline
 \textcolor{violet}{1} & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\
 -1 & -1 & -1 & 1 & 2 \\
 -1 & -2 & 1 & -1 & -1 \\
 2 & 1 & 4 & -4 & -7
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 1 & 0 & -3 & 3 & 5 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -3 & 6 & -6 & -9 \\
 -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\
 2 & 1 & -2 & 2 & 3
 \end{pmatrix}$$
  

$$\begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \textcolor{violet}{-3} & 6 & -6 & -9 \\
 -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\
 2 & 1 & -2 & 2 & 3
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\
 2 & -1 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}$$

## Задача 2.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \textcolor{violet}{-3} & 6 & -6 & -9 \\
 -1 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 -1 & -2 & 4 & -4 & -6 \\
 2 & 1 & -2 & 2 & 3
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 & -1 & 2 & -2 & -3 \\
 -1 & 0 & 4 & -3 & -5 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\
 2 & -1 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}
 0 & -1 \\
 -1 & 0 \\
 0 & 0 \\
 0 & 0 \\
 -1 & 0 \\
 \hline
 \textcolor{violet}{1} & 0 & 2 & -2 & -3 \\
 0 & 3 & 4 & -3 & -5 \\
 -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \\
 2 & -1 & 3 & -3 & -5
 \end{pmatrix}$$

## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

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

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



## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

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

**Задача 2.**

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

$$\left\{\left(\begin{array}{c} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{array}\right),\right.$$

$$\left.\right\}$$

Задача 2.

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



# Задача 2.

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

$$\left\{ \left( \begin{array}{c} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{array} \right), \right\}$$

# Задача 2.

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

$$\left\{ \left( \begin{array}{c} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right), \right\}$$

## Задача 2.

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

## Задача 2.

$$\begin{pmatrix}
 0 & -1 & & \\
 -1 & 0 & & \\
 0 & 0 & & \\
 0 & 0 & & \\
 -1 & 0 & & \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & \\
 0 & 3 & -2 & \\
 -1 & 1 & 0 & \\
 -1 & 2 & -2 & \\
 2 & -1 & 1 & 
 \end{pmatrix} \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$$

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

## Задача 2.

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

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

## Задача 2.

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

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

# Решение задачи 3.

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

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

**Ответ.**

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

**Задача 3.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$  мат-

рицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}$ . Найти **нормальную жорданову форму** этого опе-

ратора и **канонический базис**.

**Ответ.**

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

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

**Задача 3.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5\}$  мат-

рицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & -1 & 1 \\ -3 & 3 & -5 & -12 & -4 \\ 3 & 7 & -6 & -6 & -1 \\ -4 & -5 & 3 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & -6 & -8 & -2 \end{pmatrix}$ . Найти **нормальную жорданову форму** этого опе-

ратора и **канонический базис**.

**Ответ.**

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

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

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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



### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 1 & 4 & 8 & -6 & -6 \\
 -4 & -3 & -8 & 7 & 8 \\
 -1 & 3 & 4 & -2 & -1 \\
 -1 & -4 & -8 & 6 & 6 \\
 -1 & 2 & 4 & -3 & -3 \\
 \hline
 -13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
 2 & 1 & 4 & -4 & -5 \\
 -13 & -2 & -8 & 8 & 10 \\
 13 & 2 & 8 & -8 & -10 \\
 -11 & -1 & -4 & 4 & 5 \\
 \hline
 -27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 -27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 27 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 -27 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \mapsto
 \begin{pmatrix}
 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 \\
 0 & 3 & -3 & -5 \\
 \hline
 4 & 8 & -6 & -6 \\
 -3 & -8 & 7 & 8 \\
 3 & 4 & -2 & -1 \\
 -4 & -8 & 6 & 6 \\
 2 & 4 & -3 & -3 \\
 \hline
 -2 & -8 & 8 & 10 \\
 1 & 4 & -4 & -5 \\
 -2 & -8 & 8 & 10 \\
 2 & 8 & -8 & -10 \\
 -1 & -4 & 4 & 5 \\
 \hline
 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}$$

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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



### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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



### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

### Задача 3.

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

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

### Задача 3.

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

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

$$\left( \begin{array}{c} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{array} \right).$$

Задача 3.

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

$$\left\{ \mathbf{e}_1 + \mathbf{e}_3 - \mathbf{e}_4 + \mathbf{e}_5, \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \left( \begin{array}{c} 2 + 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right)$$

### Задача 3.

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

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

### Задача 3.

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

$$\left\{ \begin{array}{l} e_1 + e_3 - e_4 + e_5, \quad -2e_1 + e_2 - 2e_3 + 2e_4 - e_5, \\ 4\mathbf{e}_1 - 3\mathbf{e}_2 + 3\mathbf{e}_3 - 4\mathbf{e}_4 + 2\mathbf{e}_5, \end{array} \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \left( \begin{array}{ccc} 3 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{1} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \\ 0 & 0 & \mathbf{0} \end{array} \right)$$

### Задача 3.

$$\left( \begin{array}{c|c} \begin{matrix} \textcolor{violet}{1} \\ \textcolor{violet}{0} \\ \textcolor{violet}{0} \\ \textcolor{violet}{0} \\ \textcolor{violet}{0} \end{matrix} & \\ \hline \begin{matrix} 4 \\ -3 \\ 3 \\ -4 \\ 2 \end{matrix} & \end{array} \right), \quad \left\{ \left( -\frac{1}{27} \right) \left( \begin{array}{c} -27 \\ 0 \\ -27 \\ 27 \\ -27 \end{array} \right) \right\},$$

$$\left\{ \begin{array}{l} e_1 + e_3 - e_4 + e_5, \quad -2e_1 + e_2 - 2e_3 + 2e_4 - e_5, \\ 4e_1 - 3e_2 + 3e_3 - 4e_4 + 2e_5, \\ \textcolor{violet}{e}_1, \end{array} \right\}, \quad B_{\mathbf{B}} = \left( \begin{array}{ccccc} 3 & 0 & 0 & \textcolor{violet}{0} \\ 0 & 0 & 1 & \textcolor{violet}{0} \\ 0 & 0 & 0 & \textcolor{violet}{1} \\ 0 & 0 & 0 & \textcolor{violet}{0} \\ 0 & 0 & 0 & \textcolor{violet}{0} \end{array} \right)$$



### Задача 3.

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

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

### Задача 3.

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

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

# Решение задачи 4.

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе

$$B = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\} \quad \text{матрицу} \quad A_B = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}.$$

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

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

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

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

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

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

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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



#### Задача 4.

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

# Задача 4.

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

$$\left( \begin{array}{cccccccc} -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

#### Задача 4.

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

# Задача 4.

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

$$\left( \begin{array}{cccccc} 1 & -22 & -50 & -108 & -45 & 4 & 126 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

# Задача 4.

-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
<hr/>						
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
<hr/>						
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

# Задача 4.

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

#### Задача 4.

-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
<hr/>						
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
<hr/>						
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

# Задача 4.

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

$$\left( \begin{array}{cccccc|cccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & \\ 0 & 1 & -7 & -14 & -5 & -3 & 18 & & & \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & & & \end{array} \right)$$



# **Задача 4.**

-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
<hr/>						
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
<hr/>						
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

# Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

# Задача 4.

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

$$\left( \begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 10 & 14 & 5 & -23 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

#### Задача 4.

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

# Задача 4.

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

**Задача 4.**

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

#### Задача 4.

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



# Задача 4.

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

**Задача 4.**

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

**Задача 4.**

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

# Задача 4.

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

**Задача 4.**

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

#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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



#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

# Задача 4.

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

#### Задача 4.

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



#### Задача 4.

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

#### Задача 4.

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

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

#### Задача 4.

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

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.

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

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.

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

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.

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

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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

#### Задача 4.

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



#### Задача 4.

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

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

#### Задача 4.

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

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

$$\text{Rg}(A_{\mathbf{B}} - 2E)^3 = 4.$$

#### Задача 4.

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

# Задача 4.

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

$$\left( \begin{array}{cccccccc} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

# **Задача 4.**

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

$\mapsto$

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

# Задача 4.

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

$$\left( \begin{array}{cccccc|c} 1 & 5 & 32 & 64 & 27 & 18 & -98 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right)$$

# Задача 4.

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

### Задача 4.

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



# Задача 4.

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

# Задача 4.

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

# Задача 4.

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

# Задача 4.

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

УЖАС!!!

# Задача 4.

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

Попробуем иначе...

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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**  $(A + E)^2$ :  $\mathbf{V} = \{v_1, v_2, v_3\}$ , где

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



**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

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

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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

$$\left( \begin{bmatrix} \hat{A}v_1 \end{bmatrix}_{\mathbf{B}} \begin{bmatrix} \hat{A}v_2 \end{bmatrix}_{\mathbf{B}} \begin{bmatrix} \hat{A}v_3 \end{bmatrix}_{\mathbf{B}} \right) = A_{\mathbf{B}} \left( \begin{bmatrix} v_1 \end{bmatrix}_{\mathbf{B}} \begin{bmatrix} v_2 \end{bmatrix}_{\mathbf{B}} \begin{bmatrix} v_3 \end{bmatrix}_{\mathbf{B}} \right) =$$

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

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

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

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

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{V} = \{v_1, v_2, v_3\}$ , 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

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

**Задача 4.**

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

**Задача 4.**

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

**Задача 4.**

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$

**Задача 4.**

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

**Задача 4.**

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

**Задача 4.**

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 21 & 30 \\ 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \mapsto \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



#### Задача 4.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$

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

$$\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

#### Задача 4.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$

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

$$\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -7 & -10 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

#### Задача 4.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$

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

$$\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -7 & -10 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 14 & 21 \end{pmatrix}$$

#### Задача 4.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline -12 & 63 & -18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & -42 & 12 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & -12 & -18 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$

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

$$\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 21 & 30 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -7 & -10 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 6 \\ -2 & 14 & 21 \end{pmatrix} \mapsto \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 0 \\ 0 & 4 \\ -2 & 14 \end{pmatrix}$$

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

**Ответ.** Полученный результат  $\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & 0 \\ 0 & 4 \\ -2 & 14 \end{pmatrix}$  показывает, что матрица ограничения оператора

$(\hat{A} - 2\hat{E})$  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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

**Ответ.** Полученный результат  $\begin{pmatrix} 5 & \\ 1 & \\ 0 & \\ \hline 3 & 0 \\ 0 & 4 \\ -2 & 14 \end{pmatrix}$  показывает, что матрица ограничения оператор

ра  $(\hat{A} - 2\hat{E})$  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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

**Ответ.** Полученный результат  $\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 3 & \mathbf{0} \\ 0 & \mathbf{4} \\ -2 & \mathbf{14} \end{pmatrix}$  показывает, что матрица ограничения операторо-

ра  $(\hat{A} - 2\hat{E})$  на корневое подпространство оператора  $\hat{A}$ , отвечающее собственному значению 2, в базисе  $\{3v_1 - 2v_3, 5v_1 + v_2, \mathbf{4}v_2 + \mathbf{14}v_3\}$

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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\}$ , 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

матрицу  $A_{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 14 & -39 & 41 & 86 & 36 & 7 & -112 \\ 10 & -25 & 23 & 60 & 33 & 5 & -57 \\ -6 & 24 & -23 & -52 & -27 & -14 & 65 \\ -2 & -18 & 16 & 19 & 3 & 24 & -67 \\ 5 & 15 & -14 & -6 & 8 & -26 & 69 \\ 3 & -18 & 18 & 30 & 9 & 11 & -60 \\ -4 & 3 & -3 & -16 & -12 & 5 & -2 \end{pmatrix}$ . 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  $\mathbf{B} = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\}$ , 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  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

**Ответ.** Следовательно, переход в канонический базис  $\mathbf{B}'$  можно осуществить с помощью **матрицы перехода**

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

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

**Задача 4.** Рассмотрим линейный оператор  $\hat{A}$ , имеющий в базисе  $\mathbf{B} = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7\}$

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

**форму** этого оператора и **канонический базис**.

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

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

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

Спасибо

за

внимание!

е-mail: [melnikov@k66.ru](mailto:melnikov@k66.ru), [melnikov@r66.ru](mailto:melnikov@r66.ru)

сайты: <http://melnikov.k66.ru>, <http://melnikov.web.ur.ru>

Вернуться к списку презентаций?

