

**Линейная алгебра и геометрия**  
**КР 1. 2023/2024 учебный год. Вариант 1**

**Морфей**

**Группа БЭАД242**

## Задание 1

Дана система линейных уравнений:

$$\begin{cases} ax_3 + bx_4 = 6 \\ 3x_2 - x_3 - x_4 = 4 \\ -2x_1 + 3x_2 - 5x_3 + x_4 = -2 \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 + 6x_4 = -1 \end{cases}$$

Найдите все значения параметра  $a$  и  $b$ , при которых эта система имеет хотя бы три решения, и выпишите общее решение системы для найденных значений параметров.

### Решение:

Запишем соответствующую этой СЛУ расширенную матрицу, идя от последнего уравнения системы к первому, и приведём её к СВ методом Гаусса:

$$\begin{aligned} & \left( \begin{array}{cccc|c} 3 & -1 & 2 & 6 & -1 \\ -2 & 3 & -5 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & -1 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & a & b & 6 \end{array} \right) \xrightarrow{(1)+(2)} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 2 & -3 & 7 & -3 \\ -2 & 3 & -5 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & -1 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & a & b & 6 \end{array} \right) \xrightarrow{(2)+2 \times (1)} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 2 & -3 & 7 & -3 \\ 0 & 7 & -11 & 15 & -8 \\ 0 & 3 & -1 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & a & b & 6 \end{array} \right) \xrightarrow{(2)-2 \times (3)} \\ & \xrightarrow{(2)-2 \times (3)} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 2 & -3 & 7 & -3 \\ 0 & 1 & -9 & 17 & -16 \\ 0 & 3 & -1 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & a & b & 6 \end{array} \right) \xrightarrow{(3)-3 \times (2), (1)-2 \times (2)} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 15 & -27 & 29 \\ 0 & 1 & -9 & 17 & -16 \\ 0 & 0 & 26 & -52 & 52 \\ 0 & 0 & a & b & 6 \end{array} \right) \xrightarrow{\frac{1}{26} \times (3)} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 15 & -27 & 29 \\ 0 & 1 & -9 & 17 & -16 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 2 \\ 0 & 0 & a & b & 6 \end{array} \right) \xrightarrow{(4)-a \times (3)} \\ & \xrightarrow{(4)-a \times (3)} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 15 & -27 & 29 \\ 0 & 1 & -9 & 17 & -16 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & b+2a & 6-2a \end{array} \right) \xrightarrow{(1)-15 \times (3), (2)+9 \times (3)} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & b+2a & 6-2a \end{array} \right) \end{aligned}$$

#### Случай 1.

$$b + 2a = 0 \Rightarrow b = -2a.$$

##### Подслучай 1.1.

$6 - 2a = 0 \Rightarrow a = 3, b = -6$ . Тогда матрица имеет вид

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

У этой системы бесконечное число решений. Выпишем её общее решение:

$$\begin{cases} x_1 = -1 - 3x_4 \\ x_2 = 2 + x_4 \\ x_3 = 2 + 2x_4 \\ x_4 \in \mathbb{R} \end{cases}$$

**Подслучай 1.2.**

$6 - 2a \neq 0 \Rightarrow a \neq 3$ . Тогда последняя строчка матрицы приводит к противоречию  $0 \neq 0$ . В этом случае решений нет.

**Случай 2.**

$$b + 2a \neq 0 \Rightarrow b \neq -2a.$$

**Подслучай 2.1.**

$6 - 2a = 0 \Rightarrow a = 3$ . Тогда матрица имеет вид

$$\left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & b+6 & 0 \end{array} \right)$$

Тогда  $x_4 = 0 \Rightarrow$  у системы единственное решение.

**Подслучай 2.2.**

$6 - 2a \neq 0 \Rightarrow$  все переменные главные и решение единственное.

**Ответ:**

---

$a = 3, b = -6$ . Общее решение имеет вид

$$\begin{cases} x_1 = -1 - 3x_4 \\ x_2 = 2 + x_4 \\ x_3 = 2 + 2x_4 \\ x_4 \in \mathbb{R} \end{cases}$$

## Задание 2

Решите уравнение  $AX - 2X^T A^T - B + 2B^T = 0$  относительно неизвестной матрицы  $X$ , где

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 5 \\ 0 & 2 & 3 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} -1 & -4 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

### Решение:

Пусть  $AX = Y$ . Тогда  $Y^T = X^T A^T$  и уравнение равносильно  $Y - 2Y^T = B - 2B^T$ .

Заметим, что  $Y \in M_3$ . Действительно, если это не так, то операция  $Y - Y^T$  не будет возможной. Преобразуем уравнение:

$$Y - 2Y^T = B - 2B^T \Leftrightarrow Y - B = 2(Y^T - B^T)$$

Пусть  $Z = Y - B$ . Тогда  $Z^T = Y^T - B^T$ . Значит, имеем уравнение  $Z = 2Z^T$ .

$Y \in M_3, B \in M_3 \Rightarrow Z \in M_3$ . Тогда  $Z$  представляется в виде

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{pmatrix} \Rightarrow 2Z^T = \begin{pmatrix} 2z_{11} & 2z_{21} & 2z_{31} \\ 2z_{12} & 2z_{22} & 2z_{32} \\ 2z_{13} & 2z_{23} & 2z_{33} \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2z_{11} & 2z_{21} & 2z_{31} \\ 2z_{12} & 2z_{22} & 2z_{32} \\ 2z_{13} & 2z_{23} & 2z_{33} \end{pmatrix}$$

Отсюда сразу видно, что  $z_{11} = z_{22} = z_{33} = 0$ . Рассмотрим  $z_{ij}$ , где  $i \neq j$ . Тогда

$$\begin{cases} z_{ij} = 2z_{ji} \\ z_{ji} = 2z_{ij} \end{cases} \Rightarrow z_{ji} = 4z_{ji} \Rightarrow z_{ji} = z_{ij} = 0.$$

Таким образом,

$$Z = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Значит,

$$Y - B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow Y = B + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow Y = B = \begin{pmatrix} -1 & -4 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Пришли к задаче  $AX = B$ . Решим её, приведя методом Гаусса следующую расширенную матрицу к УСВ:

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 & -1 & -4 & 0 \\ 2 & 4 & 5 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{(1)-(2)} \begin{pmatrix} 1 & -3 & -5 & -2 & -3 & 0 \\ 2 & 4 & 5 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{(2)-2 \times (1)} \begin{pmatrix} 1 & -3 & -5 & -2 & -3 & 0 \\ 0 & 10 & 15 & 5 & 5 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{(\frac{1}{5}) \times (2), (3)-(2)} \begin{pmatrix} 1 & -3 & -5 & -2 & -3 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{(\frac{1}{5}) \times (2), (3)-(2)} \begin{pmatrix} 1 & -3 & -5 & -2 & -3 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{\frac{1}{2} \times (2)} \begin{pmatrix} 1 & -3 & -5 & -2 & -3 & 0 \\ 0 & 1 & \frac{3}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{1+3 \times (2)} \begin{pmatrix} 1 & -3 & -5 & -2 & -3 & 0 \\ 0 & 1 & \frac{3}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\xrightarrow{1+3 \times (2)} \left( \begin{array}{ccc|cc} 1 & 0 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -\frac{3}{2} & 0 \\ 0 & 1 & \frac{3}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right)$$

Значит,

$$X = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -1 + x_1 & -3 + x_2 & x_3 \\ 1 - 3x_1 & 1 - 3x_2 & -3x_3 \\ 2x_1 & 2x_2 & 2x_3 \end{pmatrix}, \text{ где } x_1, x_2, x_3 \in \mathbb{R}.$$

**Ответ:**

$$\begin{pmatrix} -\frac{1}{2} + \frac{1}{2}x_1 & -\frac{3}{2} + \frac{1}{2}x_2 & \frac{1}{2}x_3 \\ \frac{1}{2} - \frac{3}{2}x_1 & \frac{1}{2} - \frac{3}{2}x_2 & -\frac{3}{2}x_3 \\ x_1 & x_2 & x_3 \end{pmatrix}, \text{ где } x_1, x_2, x_3 \in \mathbb{R}.$$

### Задание 3

Существует ли такая нечётная перестановка  $\sigma \in S_7$ , что перестановка  $\sigma^{72}$  является решением уравнения

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 4 & 5 & 6 & 1 & 7 & 2 & 3 \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 4 & 1 & 2 & 6 & 7 & 3 & 5 \end{pmatrix}$$

#### Решение:

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 4 & 5 & 6 & 1 & 7 & 2 & 3 \end{pmatrix} = (14)(25736) = (14)(25)(57)(73)(36)$$

$$\beta = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 4 & 1 & 2 & 6 & 7 & 3 & 5 \end{pmatrix} = (14632)(57) = (14)(46)(63)(32)(57)$$

Имеем

$$(14)(25736)X = (14632)(57) \Rightarrow X \neq \text{id}$$

Разложим  $\sigma$  в произведение независимых циклов. Пусть максимальная длина в этом разложении равна  $k$ .

Если  $k \leq 4$ , то 72 делится на длину всех циклов в разложении  $\sigma$ . Значит,  $\sigma^{72} = \text{id}$  и не является решением.

Если  $k = 5$ , то имеем в разложении один цикл длины  $\tau = 5$  и не более одной транспозиции  $\tau'$ . Тогда  $\sigma^{72} = \tau^{72} \cdot (\tau')^{72} = \tau^{70} \cdot \tau^2 \cdot \text{id} = \tau^2$  — тоже цикл длины 5, т.к. 5 — нечётное число.

Если  $k = 6$ , то имеем в разложении только один цикл длины 6. Но  $6 \nmid 72 \Rightarrow \sigma^{72} = \text{id}$ , не подходит.

Если  $k = 7$ , то имеем в разложении ровно один цикл  $\tau = \sigma$  длины 7. Т.к. 7 — нечётное число, то  $\sigma^{72} = \tau^{72} = \tau^{70} \cdot \tau^2 = \tau^2$  — тоже цикл длины 7.

#### Случай 1.

Если  $\sigma^{72} = \tau^2 = \varphi$  — цикл длины 7. Тогда пусть  $\varphi = (1, a_1, a_2, a_3, \dots, a_6)$ . Имеем уравнение

$$(14)(25736)(1, a_1, a_2, a_3, \dots, a_6) = (14632)(57)$$

Заметим, что  $\text{LHS}(1) = \alpha(\varphi(1)) = \alpha(a_1) \neq 4$ , т.к.  $\alpha(1) = 4$ , а  $a_1 \neq 1$ , но  $\beta(1) = 4$ . Значит, этот случай не реализуется.

#### Случай 2.

Если  $\sigma^{72} = \tau^2 = \varphi$  — цикл длины 5. Как мы выяснили в случае 1, в цикле  $\varphi$  не может содержаться 1.

##### Подслучай 2.1.

Пусть в цикле  $\varphi$  есть 2, то есть  $\varphi = (2, a_1, a_2, \dots, a_4)$ . Имеем уравнение

$$(14)(25736)(2, a_1, a_2, a_3, a_4) = (14632)(57)$$

1.  $1 = \beta(2) = \text{LHS}(2) = \alpha(\varphi(2)) = \alpha(a_1)$ . Но  $1 = \alpha(4) \Rightarrow a_1 = 4$ . Тогда  $\varphi = (2, 4, a_2, a_3, a_4)$ .

2.  $6 = \beta(4) = \text{LHS}(4) = \alpha(\varphi(4)) = \alpha(a_2)$ . Но  $6 = \alpha(2) \Rightarrow a_2 = 3$ . Тогда  $\varphi = (2, 4, 3, a_3, a_4)$

3.  $2 = \beta(3) = \text{LHS}(3) = \alpha(\varphi(3)) = \alpha(a_3)$ , но  $2 = \alpha(6) \Rightarrow a_3 = 6 \Rightarrow \varphi = (2, 4, 3, 6, a_4)$ .

4.  $3 = \beta(6) = \text{LHS}(6) = \alpha(\varphi(6)) = \alpha(a_4)$ , но  $3 = \alpha(7) \Rightarrow a_4 = 7 \Rightarrow \varphi = (24367)$ .

Таким образом,  $\varphi = (24367)$

#### Проверка.

$\alpha \circ \varphi = (14)(25736)(24367) = (14632)(57) = \beta$ . Значит,  $\varphi$  является корнем уравнения. Найдём  $\sigma : \sigma^2 = \varphi$ .

Она равна  $\sigma = (26473)$  (вспомните, как возводить в квадрат цикл). Но эта перестановка является чётной

(её декремент равен  $5 - 1 = 4$  — чётное число). Значит, чтобы получить нечётную перестановку  $\sigma$ , нужно домножить её на транспозицию  $(15)$ . Получим  $\sigma = (26473)(15)$

**Ответ:**

---

Существует, например,  $\sigma = (26473)(15)$ .

## Задание 4

Найдите коэффициент при  $x^4$  в выражении определителя

$$\begin{vmatrix} 1 & 3 & x & -2 & x \\ x & 2 & 0 & 4 & 5 \\ x & 1 & x & 5 & 2 \\ 3 & x & -1 & 2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & x & -2 \end{vmatrix}$$

Решение:

$$\begin{vmatrix} 1 & 3 & x & -2 & x \\ x & 2 & 0 & 4 & 5 \\ x & 1 & x & 5 & 2 \\ 3 & x & -1 & 2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & x & -2 \end{vmatrix} \xrightarrow{(3)-(2)} \begin{vmatrix} 1 & 3 & x & -2 & x \\ x & 2 & 0 & 4 & 5 \\ 0 & -1 & x & 1 & -3 \\ 3 & x & -1 & 2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & x & -2 \end{vmatrix} \xrightarrow{(1)-(3)} \begin{vmatrix} 1 & 4 & 0 & -3 & x+3 \\ x & 2 & 0 & 4 & 5 \\ 0 & -1 & x & 1 & -3 \\ 3 & x & -1 & 2 & -3 \\ -1 & -2 & 4 & x & -2 \end{vmatrix}$$

В оставшейся матрице ровно 5 элементов содержат  $x$  в первой степени. Заметим, что все эти элементы стоят в разных столбцах. Значит, мы не можем выбрать из них ровно 4 (т.к. выбор каких-то четырёх вынуждает взять и пятый). Если мы возьмём из них не больше трёх, то получим максимум  $x^3$ . Значит, мы должны выбрать их все. Получим  $(x+3) \cdot x^4 = x^5 + 3x^4$ . Посчитаем знак этой перестановки:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 1 & 3 & 2 & 4 \end{pmatrix} = (1542) = (15)(54)(42) - \text{нечётная перестановка}$$

Значит, искомый коэффициент равен  $-3$ .

Ответ:

$-3$



## Задание 5

Число  $a \in \mathbb{R}$  таково, что определитель матрицы

$$\begin{pmatrix} 0 & -2 & a & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & -1 & 2 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Увеличивается на 3, если прибавить единицу ко всем элементам её четвёртого столбца. Найдите это число  $a$ .

### Решение:

1. Пусть

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -2 & a & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & -1 & 2 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow A' = \begin{pmatrix} 0 & -2 & a & 4 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & -1 & 3 \\ 2 & 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Имеем следующее:

$$3 + \det(A) = 3 + \begin{vmatrix} 0 & -2 & a & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & -1 & 2 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \det(A') = \begin{vmatrix} 0 & -2 & a & 4 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & -1 & 3 \\ 2 & 2 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & -2 & a & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & -1 & 2 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 & -2 & a & 1 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & -1 & 1 \\ 2 & 2 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

2. Значит,

$$\begin{vmatrix} 0 & -2 & a & 1 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & -1 & 1 \\ 2 & 2 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 3$$

3. Найдём определитель из левой части. Разложим его по первому столбцу:

$$\begin{vmatrix} 0 & -2 & a & 1 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & -1 & 1 \\ 2 & 2 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 3 \cdot (-1)^{2+1} \cdot \begin{vmatrix} -2 & a & 1 \\ 3 & -1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 \end{vmatrix} + 2 \cdot (-1)^{4+1} \cdot \begin{vmatrix} -2 & a & 1 \\ 0 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 1 \end{vmatrix} = -3 \det(A_1) - 2 \det(A_2)$$

3.1. Найдём  $\det(A_1)$ . Разложим его по последней строке:

$$\det(A_1) = 2 \cdot (-1)^{3+1} \cdot \begin{vmatrix} a & 1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} + 1 \cdot (-1)^{3+3} \cdot \begin{vmatrix} -2 & a \\ 3 & -1 \end{vmatrix} = 2(a+1) + (2-3a) = 4-a.$$

---

**3.2.** Найдём  $\det(A_2)$ . Разложим его по первому столбцу:

$$\det(A_2) = (-2) \cdot (-1)^{1+1} \cdot \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} + 3 \cdot (-1)^{3+1} \cdot \begin{vmatrix} a & 1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} = -2(2+1) + 3(a-2) = 3a-12.$$

4. Таким образом,

$$3 = -3(4-a) - 2(3a-12) = -12+3a-6a+24 = 12-3a \Rightarrow 3a=9 \Rightarrow a=3$$

**Ответ:**

---

3

## Задание 6

Про матрицу  $A \in M_4(\mathbb{R})$  известно, что она обратима и

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & -4 \\ 1 & 2 & 0 & -3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

Можно ли в третьем столбце матрицы  $A$  изменить один элемент таким образом, чтобы полученная матрица стала необратимой?

### Решение:

Имеем  $A^{-1}A = E$ . Решим это матричное уравнение методом Гаусса. Имеем следующую расширенную матрицу:

$$\begin{aligned} & \left( \begin{array}{cccc|cccc} 2 & 0 & 0 & -4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & -3 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -2 & 0 & 1 & 4 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{(4)+(1), (1)-2 \times (2)} \left( \begin{array}{cccc|cccc} 0 & -4 & 0 & 2 & 1 & -2 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & -3 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{(1) \leftrightarrow (2)} \\ & \xrightarrow{(1) \leftrightarrow (2)} \left( \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 2 & 0 & -3 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 2 & 1 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{(1)-2 \times (3), (2)+4 \times (3)} \left( \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & -3 & 0 & 1 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & -2 & 4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{(2) \leftrightarrow (3), (3) \leftrightarrow (4)} \\ & \xrightarrow{(2) \leftrightarrow (3), (3) \leftrightarrow (4)} \left( \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & -3 & 0 & 1 & -2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & -2 & 4 & 0 \end{array} \right) \xrightarrow{\frac{1}{2} \times (4), (1)+3 \times (4)} \left( \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & 0 & \frac{3}{2} & -2 & 4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \frac{1}{2} & -1 & 2 & 0 \end{array} \right) \end{aligned}$$

Слева имеем единичную матрицу, значит

$$A = \begin{pmatrix} \frac{3}{2} & -2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{1}{2} & -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

Матрица необратима тогда и только тогда, когда её определитель равен нулю. Значит, нам нужно поменять какой-то элемент в третьем столбце так, чтобы определитель был равен нулю. Заметим, что во второй строке единственный ненулевой элемент стоит как раз в третьем столбце. Рассмотрим следующую:

$$A' = \begin{pmatrix} \frac{3}{2} & -2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{1}{2} & -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

Она отличается от матрицы  $A$  ровно одним элементом в третьем столбце, при этом её определитель равен нулю, значит, она необратима.

**Ответ:**

---

Да, можно.