

**Примечание:** Обратите внимание, что данные вариантов большей частью совпадают с теми, что использовались в **Лабораторной работе №2**. Допускается ссылаться на исследования, проведенные в рамках той работы, при наглядном оформлении итоговых результатов.

### Задание 1. Исследование LQR.

В соответствии с вашим вариантом по **Таблице 1** взять матрицы  $A$  и  $B$  из **Таблицы 2** и рассмотреть систему

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x(0) = [1 \quad 1 \quad 1]^T. \quad (1)$$

Выполнить следующие шаги:

- Проверить систему на стабилизируемость.
- Построить схему моделирования системы (1), замкнутой регулятором  $u = Kx$ .
- Задаться подходящими значениями матриц  $Q^* \succ 0$  и  $R^* \succ 0$  и значением параметра  $\alpha > 0$  и сформировать четыре набора пар матриц  $(Q, R)$ :
  - $(Q, R)$ ;
  - $(\alpha Q, R)$ ;
  - $(Q, \alpha R)$ ;
  - $(\alpha Q, \alpha R)$ .
- Для каждой из пар значений матриц  $(Q, R)$  синтезировать регулятор, минимизирующий функционал качества

$$J = \int_0^\infty (x^T(t)Qx(t) + u^T(t)Ru(t)) dt \quad (2)$$

путем решения соответствующего **матричного уравнения Риккати** при  $\nu = 1$ :

$$A^T P + PA + Q - \nu P B R^{-1} B^T P = 0, \quad K = -R^{-1} B^T P. \quad (3)$$

- Найти соответствующую матрицу регулятора  $K$ , обеспечивающую минимизацию функционала качества (2).
- Вычислить соответствующее минимизированное значение функционала качества (2)

$$J_{min} = x_0^T P x_0, \quad (4)$$

где  $P$  – решение соответствующего уравнения Риккати (3).

- Выполнить компьютерное моделирование замкнутой системы и построить графики управления  $u(t)$ , вектора состояния замкнутой системы  $x(t)$  и экспериментального значения функционала качества  $J_{exp}(t)$  (2). Сопоставить последнее с вычисленным ранее  $J_{min}$ .
- Сравнить полученные результаты для различных пар  $(Q, R)$ , сделать выводы.

### **Ожидаемые результаты:**

- Исследование стабилизируемости системы (1).
- Схема моделирования замкнутой системы.
- Набор выбранных пар  $(Q, R)$ , для каждой из них:
  - Матрица регулятора  $K$ .
  - Минимизированное значение функционала качества  $J_{min}$ .
  - Графики сигналов  $u(t)$ ,  $x(t)$  и  $J_{exp}(t)$ . Для наглядности рекомендуется группировать все графики  $u(t)$  и  $J_{exp}(t)$  на соответствующих координатных плоскостях, дополнив графики  $J_{exp}(t)$  выводом соответствующего значения  $J_{min}$ .
- Листинги аналитических расчетов.
- Выводы.

---

### **Задание 2. Исследование LQE/фильтра Калмана.**

В соответствии с вашим вариантом по **Таблице 1** взять матрицы  $A$  и  $C$  из **Таблицы 3** и рассмотреть систему

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + f \\ y = Cx + \xi \end{cases} \quad x(0) = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T, \quad (5)$$

В соответствии с вашим вариантом задаться:

- **(Для нечетных вариантов)** Детерминированными сигналами  $f(t)$  и  $\xi(t)$  (гармонические возмущения), исследуя таким образом *LQE*.
- **(Для четных вариантов)** Случайными сигналами  $f(t)$  и  $\xi(t)$  (гауссовский белый шум), исследуя таким образом *фильтр Калмана*.

Выполнить следующие шаги:

- Проверить систему на обнаруживаемость.
- Построить схему моделирования системы (5) с наблюдателем состояния  $\dot{\hat{x}} = A\hat{x} + L(C\hat{x} - y)$ .
- Задаться подходящими значениями матриц  $Q^* \succ 0$  и  $R^* \succ 0$  и значением параметра  $\alpha > 0$  и сформировать четыре набора пар матриц  $(Q, R)$ :
  - $(Q^*, R^*)$ ;
  - $(\alpha Q^*, R^*)$ ;
  - $(Q^*, \alpha R^*)$ ;
  - $(\alpha Q^*, \alpha R^*)$ .

Также можете предложить дополнительный набор  $(Q, R)$ , способный полностью отфильтровать влияние сигналов  $f(t)$  и  $\xi(t)$  при помощи исследуемого наблюдателя.

- Для каждой из пар значений матриц  $(Q, R)$  синтезировать наблюдатель, минимизирующий «критерий доверия»

$$J = \int_0^\infty (f^T(t)Q^{-1}f(t) + \xi^T(t)R^{-1}\xi(t)) dt \quad (6)$$

путем решения соответствующего **матричного уравнения Риккати** при  $\nu = 1$ :

$$AP + PA^T + Q - \nu PC^T R^{-1} CP = 0, \quad L = -PC^T R^{-1}. \quad (7)$$

- Найти соответствующую матрицу наблюдателя  $K$ , обеспечивающую минимизацию функционала качества (2). где  $P$  – решение соответствующего уравнения Риккати (3).
- Выполнить компьютерное моделирование с нулевыми начальными условиями наблюдателя  $\hat{x}(0) = [0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$ . Построить сравнительные графики  $x(t)$  и  $\hat{x}(t)$ , а также график ошибки наблюдателя  $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ .
- Сравнить полученные результаты для различных пар  $(Q, R)$ , сделать выводы.

### *Ожидаемые результаты:*

- Исследование обнаруживаемости системы (5).
- Выбранные сигналы  $f(t)$  и  $\xi(t)$ .

- Схема моделирования системы с наблюдателем.
- Набор выбранных пар  $(Q, R)$ , для каждой из них:
  - Матрица коррекции наблюдателя  $L$ .
  - Графики сигналов  $x(t)$ ,  $\hat{x}(t)$  и невязки  $e(t)$ . Для повышения наглядности рекомендуется размещать графики  $x(t)$  и  $\hat{x}(t)$  для одного спектра на одной координатной плоскости.
- Листинги аналитических расчетов.
- Выводы.

---

### Задание 3. Синтез LQG.

В соответствии с вашим вариантом по **Таблице 1** взять матрицы  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  из **Таблицы 4** и рассмотреть систему

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu + f \\ y = Cx + Du + \xi \end{cases} \quad x(0) = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T, \quad (8)$$

В соответствии с вашим вариантом задаться:

- **(Для нечетных вариантов)** Случайными сигналами  $f(t)$  и  $\xi(t)$  (гауссовский белый шум).
- **(Для четных вариантов)** Детерминированными сигналами  $f(t)$  и  $\xi(t)$  (гармонические возмущения).

Выполнить следующие шаги:

- Проверить систему на стабилизируемость и обнаруживаемость.
- Построить схему моделирования системы (8), замкнутой регулятором, состоящем из наблюдателя состояния и закона управления и  $u = K\hat{x}$ .
- Задаться значениями пар матриц  $(Q_K, R_K)$  для регулятора и  $(Q_L, R_L)$  для наблюдателя.
- Синтезировать матрицу регулятора  $K$  используя решение соответствующего матричного уравнения Рикатти (3).

- Синтезировать матрицу коррекции наблюдателя  $L$  используя решение соответствующего матричного уравнения Рикатти (7).
- Выполнить компьютерное моделирование с нулевыми начальными условиями наблюдателя  $\hat{x}(0) = [0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$ . Построить график формируемого регулятором управления  $u(t)$ , сравнительные графики  $x(t)$  и  $\hat{x}(t)$ , а также график ошибки наблюдателя  $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ .

***Ожидаемые результаты:***

- Исследование стабилизируемости и обнаруживаемости системы (8).
- Схема моделирования системы замкнутой наблюдателем и регулятором.
- Выбранные значения пар матриц  $(Q_K, R_K)$  и  $(Q_L, R_L)$ .
- Матрица регулятора  $K$ .
- Матрица коррекции наблюдателя  $L$ .
- Графики сигналов  $u(t)$ ,  $x(t)$ ,  $\hat{x}(t)$  и невязки  $e(t)$ . Для повышения наглядности рекомендуется размещать графики  $x(t)$  и  $\hat{x}(t)$  на одной координатной плоскости.
- Листинги аналитических расчетов.
- Выводы.

---

**Контрольные вопросы для подготовки к защите:**

1. В чем заключается идея LQR?
2. Как можно интерпретировать матрицы  $Q$  и  $R$  при синтезе LQR?
3. Каковы критерии существования единственного положительно определенного решения уравнения Риккати (3)?
4. В чем заключается идея LQE?
5. В чем заключается идея фильтра Калмана?
6. Что общего у LQE и фильтра Калмана? В чем между ними различия?
7. Каковы критерии существования единственного положительно определенного решения уравнения Риккати (7)?
8. В чём заключается Принцип разделения (*Separation Principle*)?

Таблица 1: Распределение Заданий по Вариантам

Вариант	Задания		Вариант	Задания		Вариант	Задания	
	1 и 2	3		1 и 2	3		1 и 2	3
1	№ 1	№ 6	11	№ 6	№ 11	21	№ 11	№ 1
2	№ 2	№ 7	12	№ 7	№ 12	22	№ 12	№ 2
3	№ 3	№ 8	13	№ 8	№ 13	23	№ 13	№ 3
4	№ 4	№ 9	14	№ 9	№ 14	24	№ 14	№ 4
5	№ 5	№ 10	15	№ 10	№ 15	25	№ 15	№ 5
6	№ 1	№ 11	16	№ 6	№ 1	26	№ 11	№ 6
7	№ 2	№ 12	17	№ 7	№ 2	27	№ 12	№ 7
8	№ 3	№ 13	18	№ 8	№ 3	28	№ 13	№ 8
9	№ 4	№ 14	19	№ 9	№ 4	29	№ 14	№ 9
10	№ 5	№ 15	20	№ 10	№ 5	30	№ 15	№ 10

Таблица 2: Исходные данные для Задания 1

№	$A$	$B$	№	$A$	$B$	№	$A$	$B$
1	$\begin{bmatrix} 3 & 5 & 4 \\ -2 & -4 & -5 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	6	$\begin{bmatrix} 11 & -2 & 13 \\ 6 & -1 & 6 \\ -6 & -1 & -8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	11	$\begin{bmatrix} 7 & 10 & 5 \\ -10 & -13 & -10 \\ 10 & 10 & 7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} 5 & 2 & 7 \\ 2 & 1 & 2 \\ -2 & -3 & -4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	7	$\begin{bmatrix} 5 & 8 & 5 \\ -6 & -9 & -8 \\ 6 & 6 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	12	$\begin{bmatrix} 17 & -5 & 20 \\ 10 & -3 & 10 \\ -10 & 0 & -13 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 \\ -4 & -5 & -4 \\ 4 & 4 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 \\ 7 \\ -7 \end{bmatrix}$	8	$\begin{bmatrix} 13 & 0 & 15 \\ 6 & 1 & 6 \\ -6 & -3 & -8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	13	$\begin{bmatrix} 5 & 6 & 4 \\ -4 & -5 & -6 \\ 4 & 4 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4 \\ -7 \\ 7 \end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix} 7 & 0 & 10 \\ 4 & -1 & 4 \\ -4 & -2 & -7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	9	$\begin{bmatrix} 4 & 6 & 4 \\ -4 & -6 & -6 \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	14	$\begin{bmatrix} 12 & -1 & 14 \\ 6 & 0 & 6 \\ -6 & -2 & -8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 11 \\ 7 \\ -7 \end{bmatrix}$
5	$\begin{bmatrix} 5 & 6 & 3 \\ -6 & -7 & -6 \\ 6 & 6 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	10	$\begin{bmatrix} 4 & 1 & 6 \\ 2 & 0 & 2 \\ -2 & -2 & -4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 \\ -2 \\ 2 \end{bmatrix}$	15	$\begin{bmatrix} 8 & 1 & 11 \\ 4 & 0 & 4 \\ -4 & -3 & -7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 \\ -3 \\ 3 \end{bmatrix}$

Таблица 3: Исходные данные для Задания 2 (номера 1-10)

№	$A$	$C^T$	№	$A$	$C^T$
1	$\begin{bmatrix} 25 & 8 & -20 & 13 \\ -38 & -11 & 30 & -18 \\ 40 & 13 & -33 & 21 \\ 38 & 12 & -32 & 19 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 7 \\ 2 \\ -5 \\ 3 \end{bmatrix}$	6	$\begin{bmatrix} 20 & 5 & -16 & 9 \\ 6 & 1 & -4 & 1 \\ 32 & 9 & -25 & 14 \\ 8 & 4 & -6 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ -26 & -7 & 20 & -11 \\ 0 & 1 & -1 & 2 \\ 16 & 4 & -14 & 8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	7	$\begin{bmatrix} 25 & 6 & -20 & 11 \\ 14 & 3 & -10 & 4 \\ 40 & 11 & -31 & 17 \\ 6 & 4 & -4 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix} -5 & 0 & 4 & -1 \\ -34 & -9 & 26 & -14 \\ -8 & -1 & 5 & -1 \\ 18 & 4 & -16 & 9 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	8	$\begin{bmatrix} 35 & 9 & -28 & 16 \\ 4 & 0 & -2 & -1 \\ 56 & 16 & -44 & 25 \\ 18 & 8 & -14 & 9 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -7 \\ -2 \\ 5 \\ -3 \end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix} -40 & 16 & 9 & -7 \\ -64 & 25 & 14 & -12 \\ -26 & 11 & 7 & -3 \\ 48 & -18 & -14 & 8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -7 \\ -2 \\ 5 \\ -3 \end{bmatrix}$	9	$\begin{bmatrix} 25 & 40 & 18 & -30 \\ -17 & -27 & -13 & 20 \\ -10 & -14 & -7 & 14 \\ -7 & -10 & -6 & 9 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$
5	$\begin{bmatrix} 35 & 10 & -28 & 17 \\ -22 & -7 & 18 & -12 \\ 56 & 17 & -45 & 27 \\ 34 & 12 & -28 & 17 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 7 \\ 2 \\ -5 \\ 3 \end{bmatrix}$	10	$\begin{bmatrix} 25 & 40 & 16 & -30 \\ -9 & -14 & -6 & 10 \\ -5 & -8 & -4 & 8 \\ 6 & 10 & 3 & -7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -7 \\ -11 \\ -5 \\ 9 \end{bmatrix}$



Таблица 3: Исходные данные для Задания 2 (номера 11-15)

№	$A$	$C^T$
11	$\begin{bmatrix} 35 & 56 & 22 & -42 \\ -11 & -17 & -7 & 12 \\ -6 & -10 & -5 & 10 \\ 11 & 18 & 6 & -13 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 7 \\ 11 \\ 5 \\ -9 \end{bmatrix}$
12	$\begin{bmatrix} -25 & 17 & 10 & -7 \\ -40 & 27 & 14 & -10 \\ -18 & 13 & 7 & -6 \\ -30 & 20 & 14 & -9 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 2 \\ -1 \end{bmatrix}$
13	$\begin{bmatrix} -25 & 9 & 5 & 6 \\ -40 & 14 & 8 & 10 \\ -16 & 6 & 4 & 3 \\ -30 & 10 & 8 & 7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$
14	$\begin{bmatrix} -35 & 11 & 6 & 11 \\ -56 & 17 & 10 & 18 \\ -22 & 7 & 5 & 6 \\ -42 & 12 & 10 & 13 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$
15	$\begin{bmatrix} -40 & 16 & 9 & 7 \\ -64 & 25 & 14 & 12 \\ -26 & 11 & 7 & 3 \\ -48 & 18 & 14 & 8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 \\ 2 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}$

Таблица 4: Исходные данные для Задания 3 (номера 1-5)

№	$A$	$B$	$C$	$D$
1	$\begin{bmatrix} 4 & -2 & 0 & 6 \\ -2 & 4 & -6 & 0 \\ 0 & -6 & 4 & 2 \\ 6 & 0 & 2 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & 0 \\ 7 & 0 \\ 1 & 0 \\ 9 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} 2 & 0 & -4 & 2 \\ 0 & 2 & -2 & 4 \\ -4 & -2 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 8 & 0 \\ 6 & 0 \\ 4 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 2 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix} 3 & -3 & -5 & 7 \\ -3 & 3 & -7 & 5 \\ -5 & -7 & 3 & 3 \\ 7 & 5 & 3 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 5 & 0 \\ 13 & 0 \\ 17 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 3 & 1 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix} 5 & -7 & -5 & 1 \\ -7 & 5 & -1 & 5 \\ -5 & -1 & 5 & 7 \\ 1 & 5 & 7 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & 0 \\ 7 & 0 \\ 1 & 0 \\ 9 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$
5	$\begin{bmatrix} 5 & -9 & -7 & 1 \\ -9 & 5 & -1 & 7 \\ -7 & -1 & 5 & 9 \\ 1 & 7 & 9 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 3 & 0 \\ 1 & 0 \\ 3 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & -2 & 2 & 2 \\ -2 & 4 & 2 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

Таблица 4: Исходные данные для Задания 3 (номера 6-10)

№	$A$	$B$	$C$	$D$
6	$\begin{bmatrix} 5 & -5 & -9 & 3 \\ -5 & 5 & -3 & 9 \\ -9 & -3 & 5 & 5 \\ 3 & 9 & 5 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 9 & 0 \\ 7 & 0 \\ 5 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 4 & 0 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$
7	$\begin{bmatrix} 2 & 0 & -4 & 2 \\ 0 & 2 & -2 & 4 \\ -4 & -2 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 4 & 0 \\ 6 & 0 \\ 8 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
8	$\begin{bmatrix} 3 & -11 & -7 & 5 \\ -11 & 3 & -5 & 7 \\ -7 & -5 & 3 & 11 \\ 5 & 7 & 11 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 4 & 0 \\ 2 & 0 \\ 4 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & -2 & 2 & 2 \\ 2 & 4 & -2 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$
9	$\begin{bmatrix} 5 & -7 & -5 & 1 \\ -7 & 5 & -1 & 5 \\ -5 & -1 & 5 & 7 \\ 1 & 5 & 7 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 14 & 0 \\ 10 & 0 \\ 6 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & -2 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$
10	$\begin{bmatrix} 4 & -2 & 0 & 6 \\ -2 & 4 & -6 & 0 \\ 0 & -6 & 4 & 2 \\ 6 & 0 & 2 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 11 & 0 \\ -1 & 0 \\ 7 & 0 \\ 9 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & -1 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$

Таблица 4: Исходные данные для Задания 3 (номера 11-15)

№	$A$	$B$	$C$	$D$
11	$\begin{bmatrix} 5 & -5 & -9 & 3 \\ -5 & 5 & -3 & 9 \\ -9 & -3 & 5 & 5 \\ 3 & 9 & 5 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 6 & 0 \\ 6 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & -1 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
12	$\begin{bmatrix} 3 & -3 & -5 & 7 \\ -3 & 3 & -7 & 5 \\ -5 & -7 & 3 & 3 \\ 7 & 5 & 3 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 16 & 0 \\ 12 & 0 \\ 12 & 0 \\ 12 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 & 3 \\ -2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$
13	$\begin{bmatrix} 3 & -11 & -7 & 5 \\ -11 & 3 & -5 & 7 \\ -7 & -5 & 3 & 11 \\ 5 & 7 & 11 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 4 & 0 \\ 2 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & 3 & 7 & 7 \\ 2 & 2 & -2 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 0 & 6 \end{bmatrix}$
14	$\begin{bmatrix} 5 & -9 & -7 & 1 \\ -9 & 5 & -1 & 7 \\ -7 & -1 & 5 & 9 \\ 1 & 7 & 9 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 5 & 0 \\ 3 & 0 \\ 5 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -2 & 8 & 2 & 8 \\ 2 & -2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 5 \\ 0 & 5 \end{bmatrix}$
15	$\begin{bmatrix} 6 & 0 & -12 & 6 \\ 0 & 6 & -6 & 12 \\ -12 & -6 & 6 & 0 \\ 6 & 12 & 0 & 6 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 6 & 0 \\ 12 & 0 \\ 6 & 0 \\ 4 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -6 & 6 & 6 & 6 \\ 3 & 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$