

# *Лекция №4*

• Теорема 1. (формулы Крамера) Всякая невырожденная система линейных уравнений имеет единственное решение  $(c_1, \dots, c_n)$  вида  $c_i = \frac{\Delta_i}{\Delta}$ , где  $\Delta$  - определитель матрицы  $A$  – коэффициентов системы, а  $\Delta_i$  - определитель матрицы, которая получается из матрицы  $A$  заменой ее  $i$ -го столбца на столбец свободных членов.

Лемма. Для любой квадратной матрицы  $A = (a_{ij})$  размерности  $n$  выполняется равенство:

$$\sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot A_{jk} = 0, \text{ если } i \neq j.$$

Пример 1. Решить систему линейных уравнений:

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

Теорема 2. Пусть  $A = (a_{ij})$  квадратная матрица порядка  $n$  и  $|A| \neq 0$ . Тогда

$$A^{-1} = \frac{1}{|A|} \cdot \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & \dots & A_{n1} \\ A_{12} & A_{22} & \dots & A_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{1n} & A_{2n} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix},$$

где  $A_{ij}$  - алгебраические дополнения к элементу  $a_{ij}$  матрицы  $A$ .

• Пример 2. Решить систему линейных уравнений примера 1 в матричном виде:

$$A \cdot X = B$$

$$X = A^{-1} \cdot B$$

Пример 3. Найти обратную матрицу для матрицы  $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ ,  
если  $|A| \neq 0$ .



Опр. Элементарными преобразованиями расширенной матрицы будем называть следующие:

- перестановка двух строк матрицы;
- умножение строки матрицы на любое число и прибавление к другой строке;
- перестановка двух столбцов матрицы (без участия последнего столбца).

Утверждение. При элементарных преобразованиях расширенной матрицы системы линейных уравнений множество решений системы не меняется.

• Метод Гаусса состоит в том, чтобы с помощью элементарных преобразований расширенной матрицы получить в результате вычислений матрицу вида:

$$C = \left( \begin{array}{cccc|c} l_{11} & \dots & \dots & * & * \\ & \dots & \dots & \dots & \\ 0 & \dots & \dots & l_{rr} & * \\ \hline & & & 0 & * \end{array} \right)$$

Матрицей  $C$  задается система линейных уравнений, эквивалентная исходной, т.е. с тем же множеством решений. При этом для новой системы решения легко вычисляются и описываются.

• Пример: Решить систему методом Гаусса:

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 5x_3 = 4 \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = 0 \\ 5x_1 + 2x_2 + 13x_3 = 2 \end{cases}$$