

Научно – практическая конференция школьников «Эврика»

# Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью определителей

Научно – исследовательский проект

Выполнен ученицей 10 «Б» класса  
СОШ № 74 г. Краснодара  
Баевой Татьяной Ивановной

Научный руководитель –  
учитель математики СОШ № 74  
Забашта Елена Георгиевна

**Цель:**

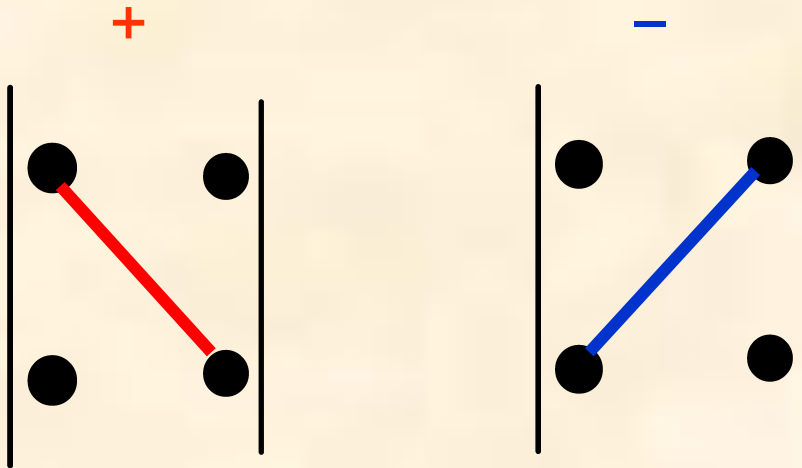
изучить свойства определителей и  
применить их в решении систем  
линейных алгебраических уравнений.

**Задачи исследования:**

- 1) рассмотрение схем вычисления определителей и их свойств;
- 2) решение систем линейных алгебраических уравнений и некоторых задач аналитической геометрии с помощью определителей.

# Определители второго порядка

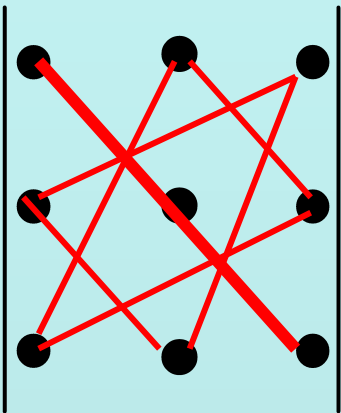
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1 b_2 - a_2 b_1$$



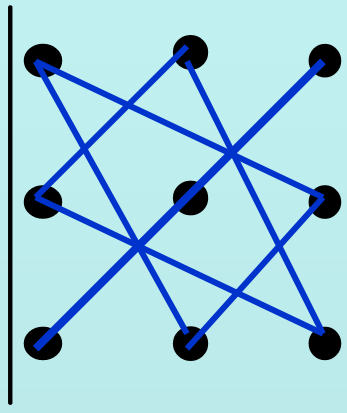
# Определители третьего порядка

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} =$$

$$a_1 b_2 c_3 + b_1 c_2 a_3 + a_2 b_3 c_1 - c_1 b_2 a_3 - b_1 a_2 c_3 - a_1 c_2 b_3$$



+



-

# Минор и алгебраическое дополнение

**Минором** какого либо элемента называется определитель, получаемый из данного определителя вычеркиванием той строки и того столбца, на пересечении которых стоит данный элемент.

**Алгебраическим дополнением** элемента называется его минор, взятый со своим или противоположным знаком. согласно следующему правилу: если сумма номеров столбца и строки, на пересечении которых стоит элемент, есть число четное, то минор берется со своим знаком, если нечетное – то с противоположным.

# Разложение определителя по элементам первой строки

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_2 & c_2 \\ b_3 & c_3 \end{vmatrix} - b_1 \begin{vmatrix} a_2 & c_2 \\ a_3 & c_3 \end{vmatrix} + c_1 \begin{vmatrix} a_2 & b_2 \\ a_3 & b_3 \end{vmatrix}$$

# Свойства определителей

- ❖ Величина определителя не изменится при замене всех его строк соответствующими столбцами.
- ❖ При перестановке двух столбцов (или строк) определитель меняет знак.
- ❖ Определитель с двумя одинаковыми столбцами (или строками) равен нулю.
- ❖ Множитель, общий для элементов некоторого столбца (или строки) можно выносить за знак определителя.
- ❖ Определитель равен нулю, если все элементы некоторого столбца (или строки) равны нулю.
- ❖ Величина определителя не изменится, если к элементам некоторого столбца (строки) прибавить элементы другого столбца (строки), предварительно умножив их на один и тот же множитель.

# Система двух линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными

$$\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1, \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$$

имеет **единственное** решение  $x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}}$  ;  $y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}}$

при условии, что определитель системы отличен от нуля, т.е.

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} \neq 0$$



# Система трех линейных уравнений с тремя неизвестными

$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = d_1, \\ a_2x + b_2y + c_2z = d_2, \\ a_3x + b_3y + c_3z = d_3 \end{cases}$$

имеет **единственное решение**  $x = \frac{\Delta_x}{\Delta}$

$$y = \frac{\Delta_y}{\Delta}$$

$$z = \frac{\Delta_z}{\Delta}$$

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_z = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}$$

, при условии, что определитель системы не равен нулю

## Однородная система двух уравнений с тремя неизвестными

$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = 0, \\ a_2x + b_2y + c_2z = 0 \end{cases}$$

имеет решение  $x = k \begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix}$ ;  $y = k \begin{vmatrix} c_1 & a_1 \\ c_2 & a_2 \end{vmatrix}$ ;  $z = k \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}$

где  $k$  – произвольный множитель, если хотя бы один из определителей отличен от нуля. В случае, когда все определители равны нулю, система сводится к одному уравнению.

## Однородная система трех уравнений с тремя неизвестными

$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = 0, \\ a_2x + b_2y + c_2z = 0, \\ a_3x + b_3y + c_3z = 0 \end{cases}$$

имеет решение, отличное от нулевого, когда определитель системы равен нулю.

## Некоторые приложения определителей к аналитической геометрии

**1. Площадь треугольника с вершинами  $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2), C(x_3, y_3)$**

**вычисляется по формуле**

$$S = \pm \frac{1}{2} \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}$$

**, где знак выбирается одинаковым со знаком определителя.**

**2. Условие, при котором три точки  $M_1(x_1, y_1), M_2(x_2, y_2), M_3(x_3, y_3)$**

**лежат на одной прямой:**

$$\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

**3. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки  $M_1(x_1, y_1), M_2(x_2, y_2)$**

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

**4. Условие, при котором три прямые  $A_1x + B_1y + C_1 = 0, A_2x + B_2y + C_2 = 0, A_3x + B_3y + C_3 = 0$**

**пересекаются в одной точке:**

$$\begin{vmatrix} A_1 & B_1 & C_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 \\ A_3 & B_3 & C_3 \end{vmatrix} = 0.$$

Вычислить определитель

Решение.

1-ый способ.

$$\begin{vmatrix} 4 & -2 & 4 \\ 10 & 2 & 12 \\ 1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & -2 & 4 \\ 10 & 2 & 12 \\ 1 & 2 & 2 \end{vmatrix}$$

$$= 4 \cdot 2 \cdot 2 + 10 \cdot 2 \cdot 4 + 1 \cdot 12 \cdot (-2) - 1 \cdot 2 \cdot 4 - 2 \cdot 12 \cdot 4 - 10 \cdot 2 \cdot (-2) = 16 + 80 - 24 - 8 - 96 + 40 = 8.$$

2-ой способ.

Прибавляя удвоенный второй столбец к первому, затем к третьему столбцу и применяя формулу, получим

$$\begin{vmatrix} 4 & -2 & 4 \\ 10 & 2 & 12 \\ 1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & -2 & 4 \\ 14 & 2 & 12 \\ 5 & 2 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & -2 & 0 \\ 14 & 2 & 16 \\ 5 & 2 & 6 \end{vmatrix} =$$
$$= -(-2) \cdot \begin{vmatrix} 14 & 16 \\ 5 & 6 \end{vmatrix} = 2(84 - 80) = 8.$$

3-ий способ.

$$\begin{vmatrix} 4 & -2 & 4 \\ 10 & 2 & 12 \\ 1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 4 \begin{vmatrix} 2 & 12 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} - (-2) \begin{vmatrix} 10 & 12 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} + 4 \begin{vmatrix} 10 & 2 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 4(4 - 24) + 2(20 - 12) + 4(20 - 2) = -80 + 16 + 72 = 8.$$

**Вычислить площадь треугольника с вершинами A(1,-1), B(2,3), C(4,5).**

**Решение.**

**Вычислим соответствующий определитель:**

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 4 & 5 & 1 \end{vmatrix} = 3 - 4 + 10 - 12 + 2 - 5 = -6.$$

Так как

$\Delta < 0$ , то возьмем знак минус:

$$S = -\frac{1}{2}\Delta = \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot (-6) = 3 \text{ (кв.ед.)}.$$

**Ответ: 3**

Решить систему уравнений

$$\begin{cases} 4x + y = 5, \\ 3x - 2y = 12. \end{cases}$$

**Решение.**

В данном случае:  $a_1 = 4, b_1 = 1, c_1 = 5, a_2 = 3, b_2 = -2, c_2 = 12.$

Определитель системы  $\begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 3 & -2 \end{vmatrix} \neq 0$

$$\text{, поэтому } x = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 12 & -2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 3 & -2 \end{vmatrix}} = \frac{-10 - 12}{-8 - 3} = \frac{-22}{-11} = 2.$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 4 & 5 \\ 3 & 12 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 3 & -2 \end{vmatrix}} = \frac{33}{-11} = -3.$$

**Ответ: (2;-3).**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ