ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Факультет компьютерных наук

Департамент программной инженерии

**Линейная алгебра**

Москва 2016

# Содержание

# 1. 1 Сформулировать и доказать теорему о методе Гаусса

Любую матрицу можно привести к ступенчатому виду с помощью элементарных преобразований. В доказательство предъявим алгоритм, который гарантированно завершится для конечных матриц:

Шаг 1 (a) Фиксируем элемент в верхнем левом углу $a_{ij}$

(b) Если $a_{ij} = 0$ : переходим к шагу 2.
Иначе объявляем этот элемент ведущим.

(c) Используя ведущий элемент будем добиваемся того, что элементы во всех строках ниже него обнуляются. Если $a_{ij}$ - ведущий, то сложим строки $k, (k \neq i)$ и $i$. Причем строку $i$ домножим на $\lambda = -\frac{a_{kj}}{a_{ij}}$.

(d) Смещаемся в матрице на строку вниз и на столбец вправо. Переходим к шагу 1. (пока не закончится матрица)

Шаг 2 Если текущий элемент нулевой, просматриваем все элементы под ним: Если найдем ненулевой в строке $k$ то меняем строки $k$ и $i$ местами и переходим к шагу 1. Если все нулевые переходим к шагу 3.

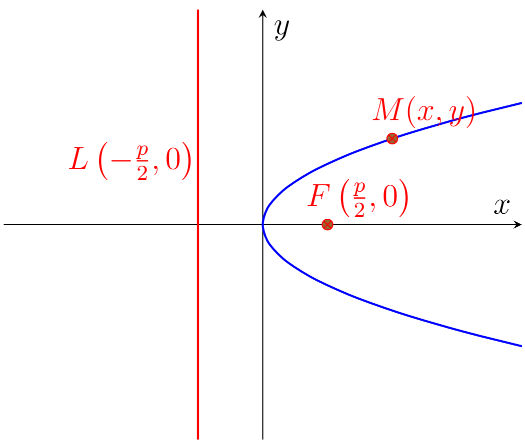
Шаг 3 Переходим на один столбец вправо. Если справа есть столбцы переходим к шагу 1. Если столбцы закончились - конец алгоритма.

# 2. 45 Дайте определение параболы как геометрического места точек. Выведите ее каноническое уравнение.

Геометрические точки задающие параболу равноудалены от фокуса пораболы и директрисы. В каноническом уравнении параболы:

Фокус – точка $F(p/2, 0)$.

Директриса – вертикальная прямая $L$ заданная уравнением: $x = -p/2$.



Пусть $\rho(A, B)$ – дистанция между точками $A$ и $B$. Рассмотрим точку $M(x, y)$. Точка $M \in$ параболе $\iff$ выполнятся соотношение $\rho(F, M) = \rho(F, L)$. Перепишем уравнение относительно координат:

## 3. 46 Проведите полное исследование уравнения $Ax^2 + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0, A^2 + C^2 > 0$ кривой второго порядка

Сначала перепишем уравнение в более хорошей форме:

$$A\left(x^2 + 2\frac{D}{2A}x + \frac{D^2}{4A^2}\right) - \frac{D^2}{4A} + C\left(y^2 + 2\frac{E}{2C}y + \frac{E^2}{4C^2}\right) - \frac{E^2}{4C} + F = 0$$

$$A\left(x + \frac{D}{2A}\right)^2 + C\left(y + \frac{E}{2C}\right)^2 + \left(F - \frac{E^2}{4C} - \frac{D^2}{4A}\right) = 0$$

Для параллельного переноса координат, сделаем замену $x' = x + \frac{D}{2A}$, а также $y' = y + \frac{E}{2C}$. Заодно заменим константу: $F' = F - \frac{E^2}{4C} - \frac{D^2}{4A}$

$$A(x')^2 + C(y')^2 + F' = 0$$

$$A(x')^2 + C(y')^2 = -F'$$

Теперь рассмотрим 3 варианта (будем строит дерево вариантов):

Вариант 1 $AC > 0$

(a) $F' = 0 \implies Ax'^2 + Cy'^2 = 0 \iff x'^2 = 0, y'^2 = 0$. То есть решение это точка на плоскости $x = -\frac{D}{2A}, y = -\frac{E}{2C}$.

(b) $F' \neq 0 \implies \frac{x'^2}{-F'/A} + \frac{y'^2}{-F'/C} = 1$ (Разделили на $-F'$ и перенесли коэффициенты $A, C$ вниз).

  i. $F' < 0 \implies (-F'/A) > 0, (-F'/C) > 0$. Решение може переписать в виде $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$. Это эллипс.

  ii. $F' > 0 \implies -F' < 0$. Так как рассматриваем $AC > 0$ следовательно решение для $A(x')^2 + C(y')^2 = -F'$ это пустое множество.

Вариант 2 $AC < 0$

(a) $F' = 0 \implies Ax'^2 + Cy'^2 = 0$. Разложим по $(a^2 - b^2) = (a-b)(a+b)$. Получим $(\sqrt{|A|}x' - \sqrt{|C|}y')(\sqrt{|A|}x' + \sqrt{|C|}y') = 0 \iff \sqrt{|A|}x' = \sqrt{|C|}y'$, $\sqrt{|A|}x' = -\sqrt{|C|}y'$. Это пара прямых на плоскости.

(b) $F' \neq 0 \implies \frac{x'^2}{-F'/A} + \frac{y'^2}{-F'/C} = 1$

  i. $F' > 0 (A < 0, C > 0) \implies (-F'/A) > 0, (-F'/C) < 0$. Решение може переписать в виде $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$. Это гипербола.

ii. $F' < 0 (A > 0, C < 0) \implies (-F'/A) < 0, (-F'/C) > 0$. Решение можно переписать в виде $-\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$. Это сопряженная гипербола.

Вариант 3 $AC = 0$

(a) $A \neq 0, C = 0 \implies Ax^2 + Dx + Ey + F = 0$
Выделим полный квадрат по $x$:

$$A\left(x + \frac{D}{2A}\right)^2 + Ey + F - \frac{D^2}{4A} = 0$$

Введем $F' = F - \frac{D}{4A} \implies A\left(x + \frac{D}{2A}\right)^2 = -Ey - F'$

i. Если $E = 0 \implies A\left(x + \frac{D}{2A}\right)^2 = -F'$

A. $F' = 0 \implies \left(x + \frac{D}{2A}\right)^2 = 0$. Это вертикальная прямая $x = \frac{-D}{2A}$

B. $F' \neq 0$ Перепишем уравнение в виде $\left(x + \frac{D}{2A}\right)^2 = \frac{-F'}{A}$
При $signF' = signA \implies \frac{-F'}{A} < 0 \implies \emptyset$.
При $signF' = -signA \implies x = \pm\sqrt{\frac{-F'}{A}} - \frac{D}{2A}$. Это пара вертикальных прямых.

ii. Если $E \neq 0 \implies A\left(x + \frac{D}{2A}\right)^2 = -E(y + \frac{F'}{E})$. Осуществим параллельный перенос системы координат $x' = x + \frac{D}{2A}, y' = y + \frac{F'}{E}$. Получим:

$$x'^2 = -\frac{E}{A}y' \iff y' = -\frac{A}{E}x'^2$$

Это парабола (обыкновенная, вдоль оси $y$)

(b) $A = 0, C \neq 0 \implies Cy^2 + Dx + Ey + F = 0$
Разбор случая полностью аналогичен предыдущему. Вертикальные линии станут горизонтальными. Парабола будет вдоль оси x.