

## Особенности графического построения и взаимодействия образов линейных алгебраических уравнений в пространстве 4-мерной произвольно-угольной системы координат

Основы графического построения и взаимодействия образов линейных алгебраических уравнений в пространстве произвольно-угольной системы координат изложены в опубликованной (см. сайт автора [optimat.ucoz.ru](http://optimat.ucoz.ru)) ранее авторской работе «Реальная многомерная произвольно-угольная система координат».

А в этой статье представлены особенности такого построения.

Известно, что в Декартовой 3-мерной прямоугольной системе координат образ уравнения с тремя неизвестными выглядит как плоскость - в данном случае – плоскость  $CBA$  (см. рис.1).

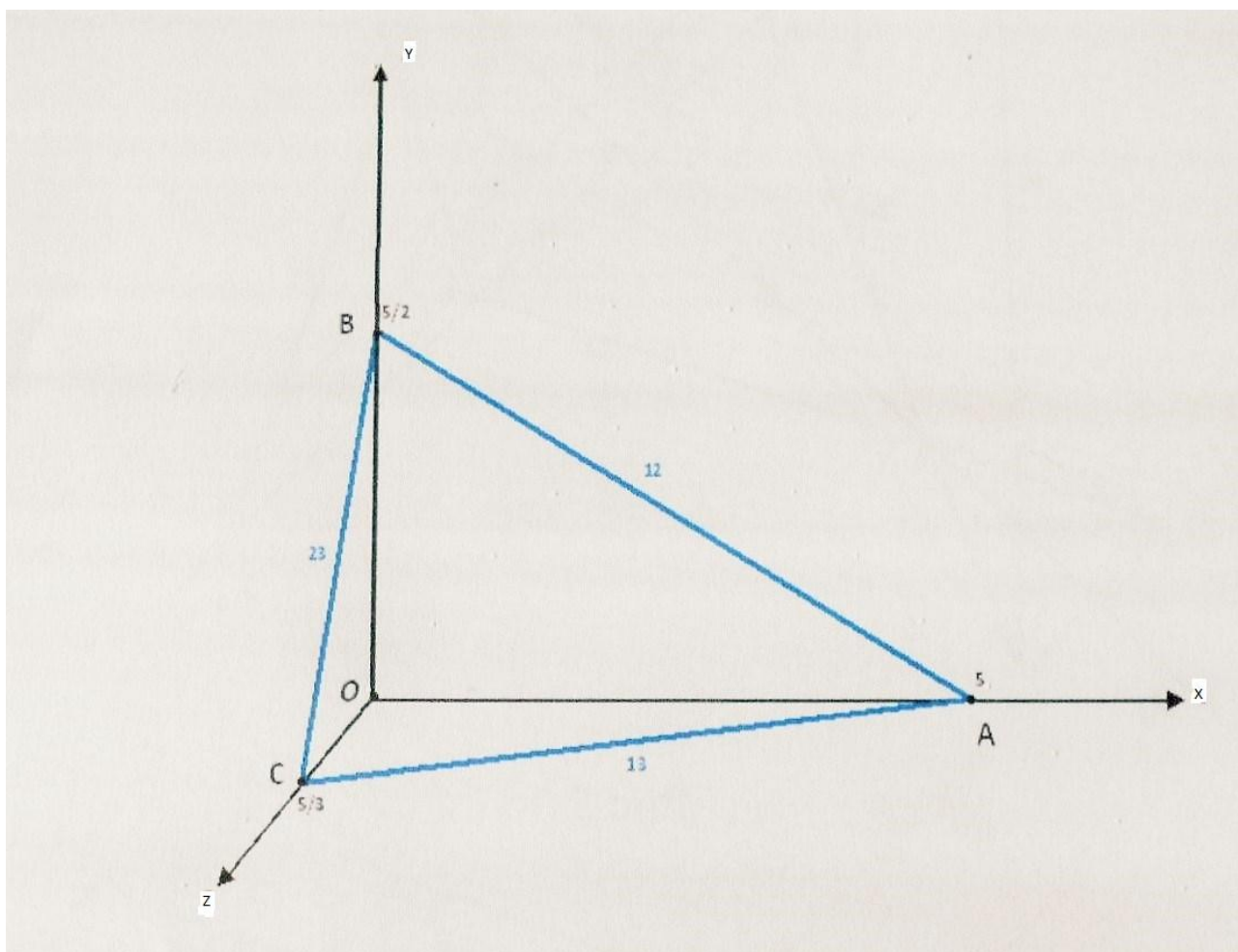


Рис.1

На рис.1 изображён образ уравнения

$$x + 2y + 3z = 5$$

Цифры 12, 13 и 23 – имена стяжек, т.е. прямых, стягивающих координатные оси 1 и 2 ( $x$  и  $y$ ), 1 и 3 ( $x$  и  $z$ ), 2 и 3 ( $y$  и  $z$ ).

Образ уравнения здесь представляет собой плоскость – в общепринятом математическом понятии как плоскую плоскость (неизбежная тавтология).

В пространстве 4-мерной произвольно-угольной системы координат образ уравнения с 4-мя неизвестными также может иметь вид плоской плоскости (см. рис.2).

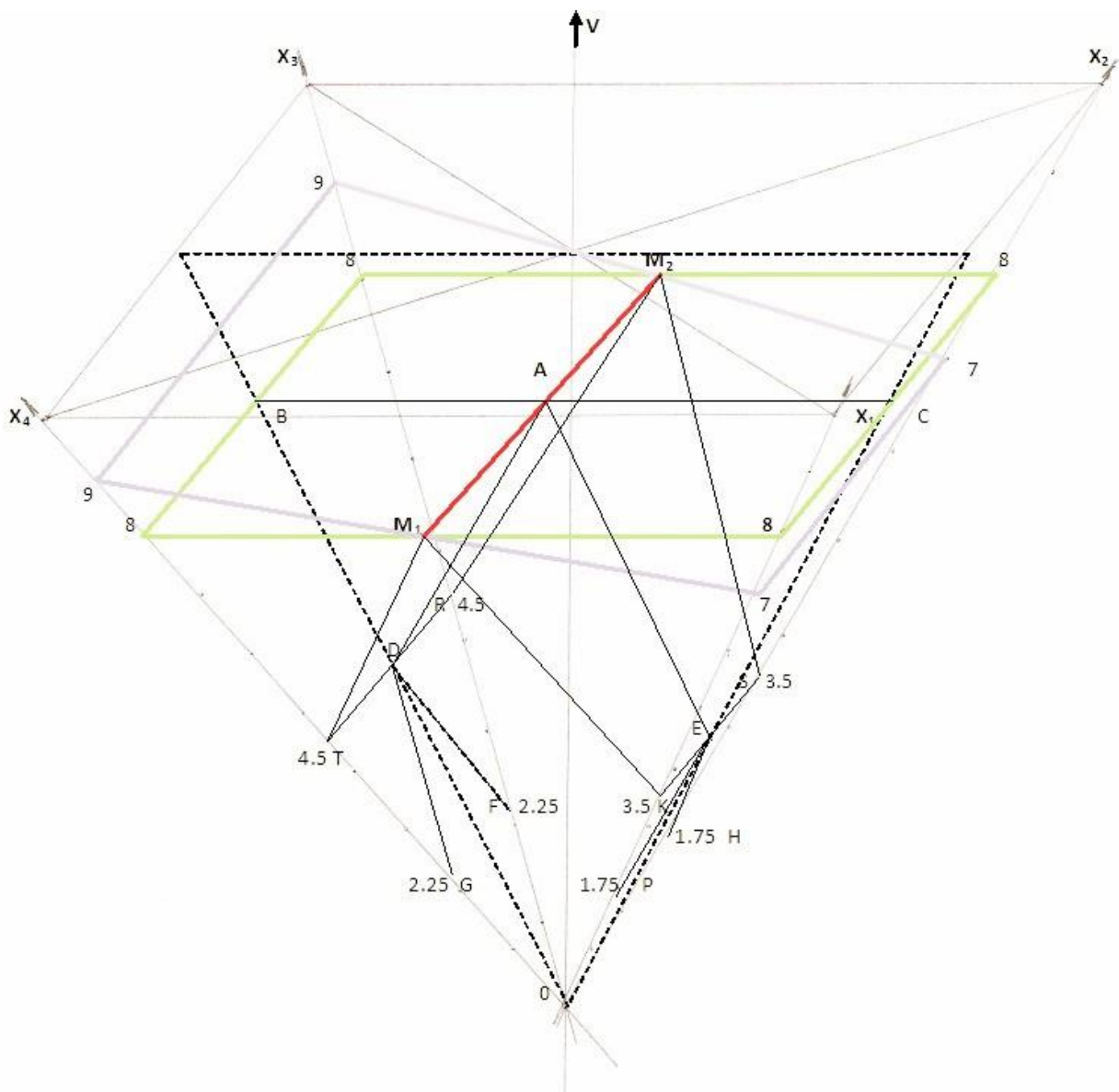


Рис.2

На рис.2 изображены две непараллельные, пересекающиеся по прямой  $M_1M_2$ , плоские плоскости, окаймлённые рамками серого и зелёного цвета. Результатом пересечения двух плоских плоскостей в пространстве четырёхмерной произвольно-угольной системы координат является всегда прямая, не ломаная, линия (в отличии от ломаной прямой).

Но кроме того плоскости в этой системе чаще бывают и ломаные (см. рис.3 и рис.4).

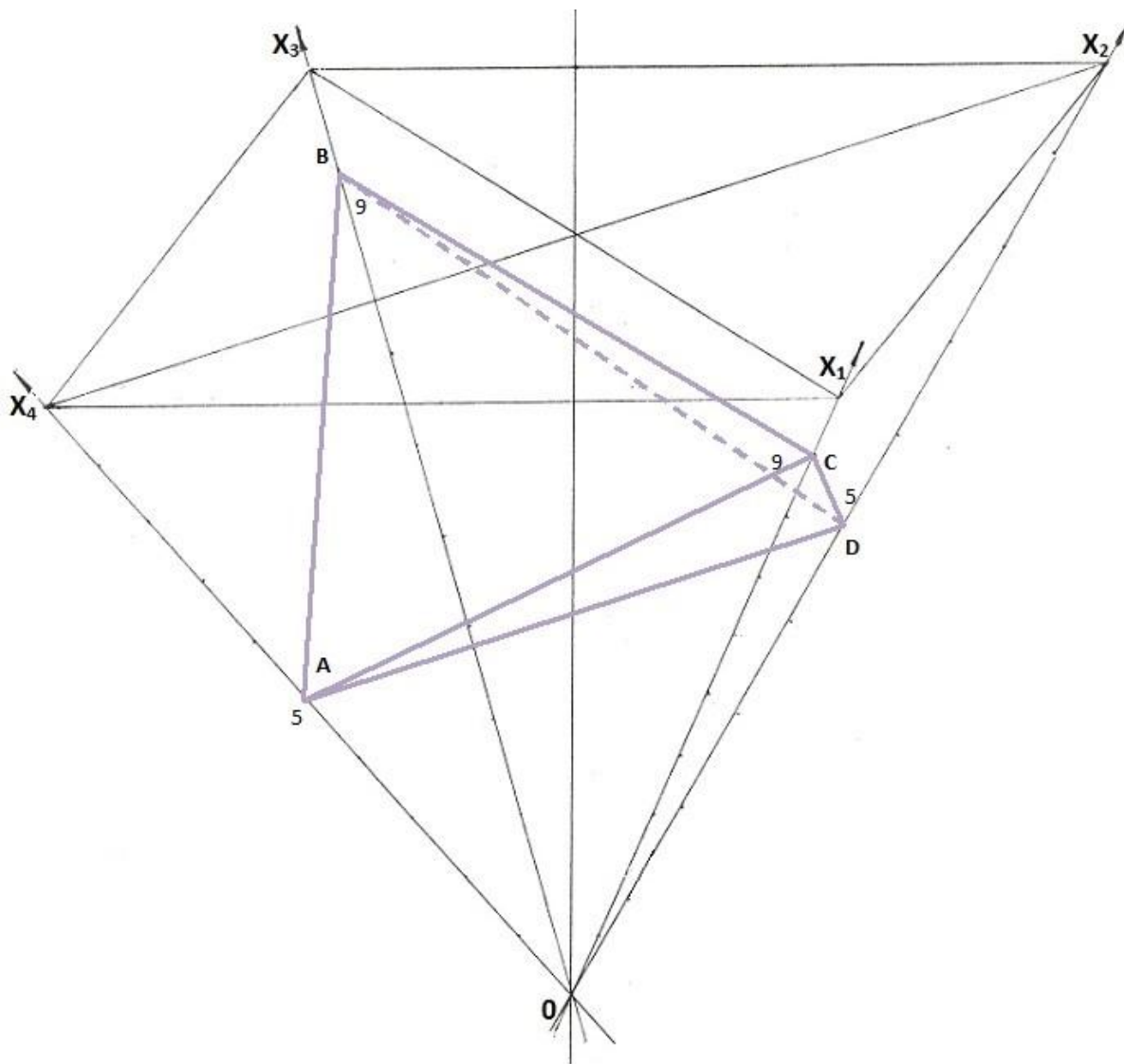


Рис.3

На рис.3 изображён образ уравнения

$$5x_1 + 9x_2 + 5x_3 + 9x_4 = 45$$

Он представляет собой ломаную плоскость, настолько ломаную, что она трансформировалась в 4-стороннюю (4 измерения) фигуру. Изломами являются прямые  $BC$  и  $AD$ .

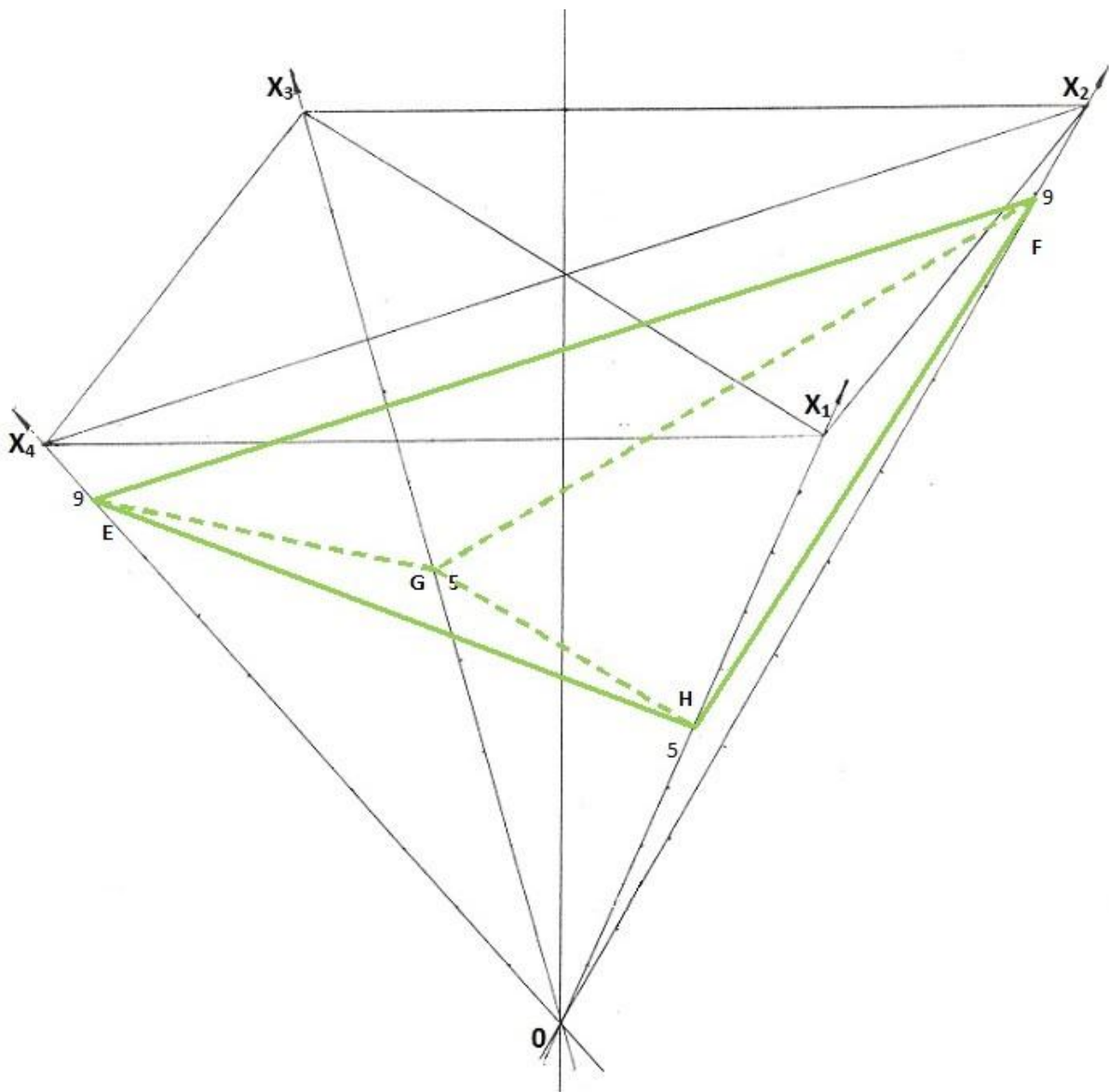


Рис.4

На рис.4 изображён образ уравнения

$$11x_1 + \frac{55}{9}x_2 + 11x_3 + \frac{55}{9}x_4 = 55$$

Он представляет собой ломаную плоскость, настолько ломаную, что она трансформировалась в 4-стороннюю (4 измерения) фигуру. Изломами являются прямые *EF* и *GH*.

Часто в современной математике такую ломаную плоскость называют гипер-плоскостью по причине того, что изобразить таковую не представляется возможным. Но в этой статье такое изображение представлено.

При взаимодействии двух образов уравнений друг с другом могут получаться:

- прямая - как линия пересечения образов двух уравнений, представленных как плоские плоскости (рис.2),
- плоская плоскость – как пересечение образов уравнений, представленных либо как плоская плоскость и ломаная плоскость (рис.5), либо как две ломаных плоскости (рис.6).

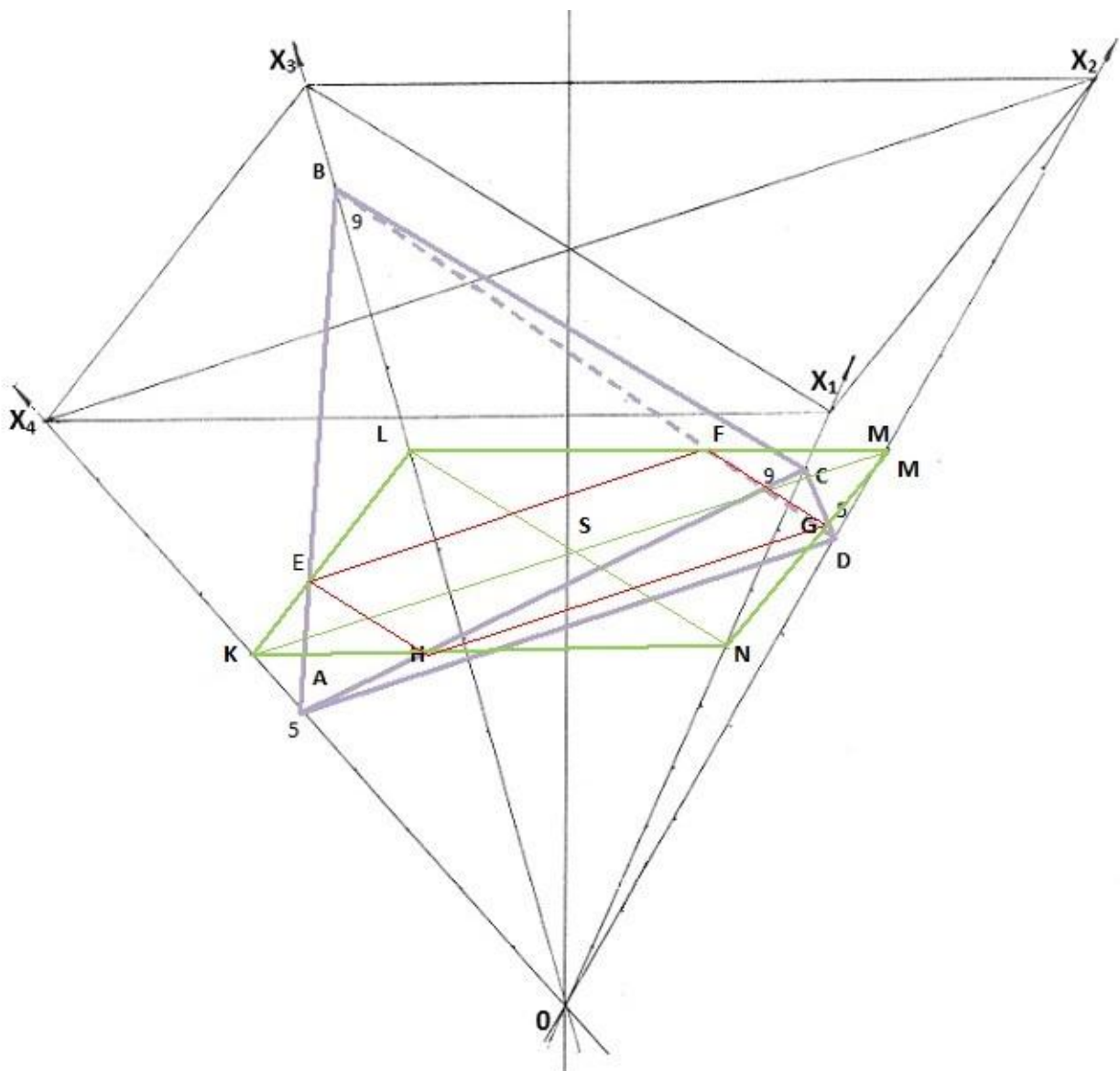


Рис.5

На рис.5 ломаная плоскость  $ABCD$  (образ уравнения  $5x_1 + 9x_2 + 5x_3 + 9x_4 = 45$ ), пересекаясь с плоской плоскостью  $KLMN$  (образ

уравнения  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 6$ ), даёт в пересечении плоскую плоскость  $EFGH$ , в пределах которой, кстати, лежат все возможные решения для системы, включающей эти уравнения.

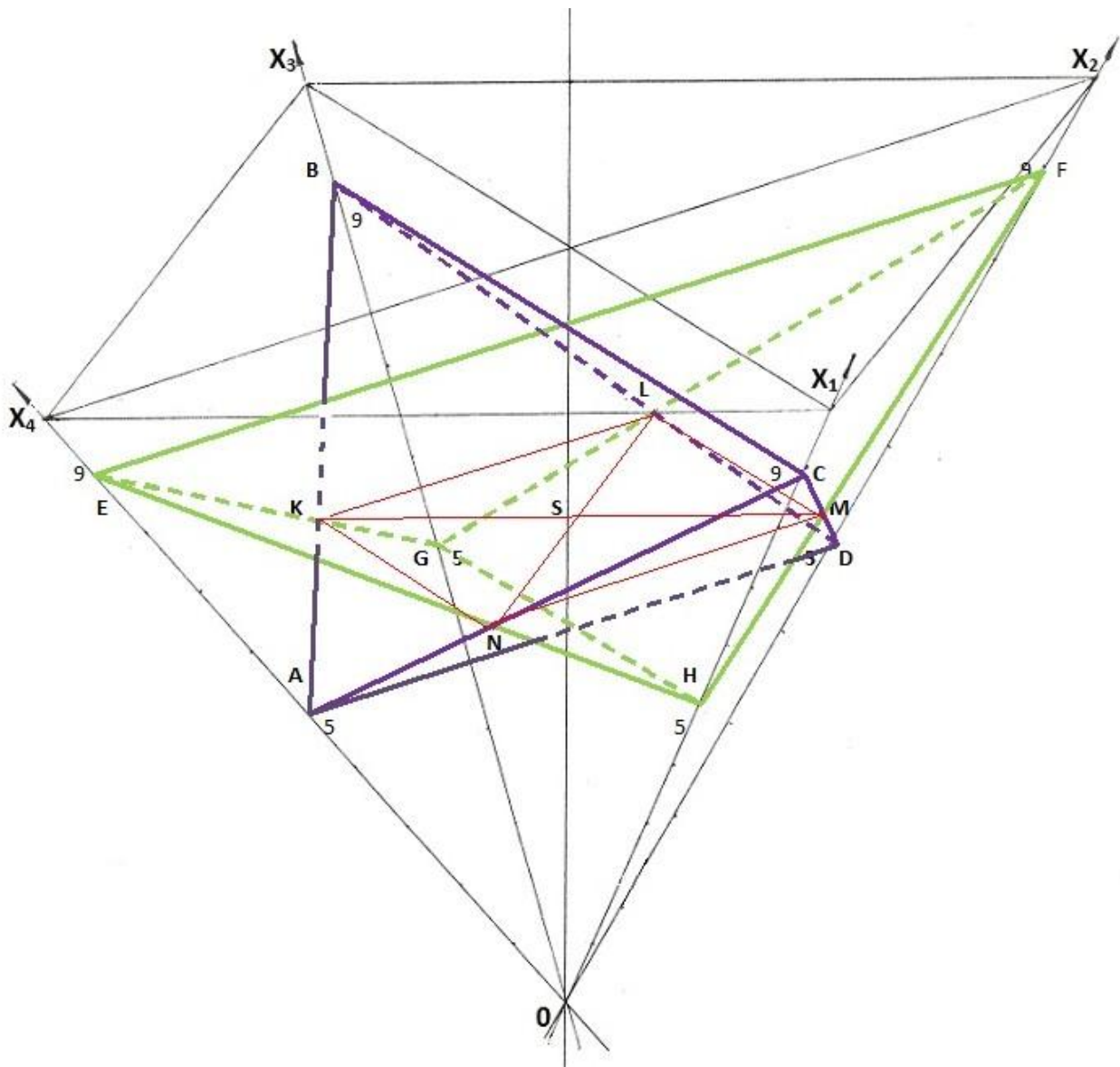


Рис.6

На рис.6 ломаная плоскость  $ABCD$  (образ уравнения  $5x_1 + 9x_2 + 5x_3 + 9x_4 = 45$ ), пересекаясь с ломаной плоскостью  $EFGH$  (образ уравнения  $11x_1 + \frac{55}{9}x_2 + 11x_3 + \frac{55}{9}x_4 = 55$ ), даёт в пересечении плоскую плоскость  $KLMN$ , в пределах которой, лежат все возможные решения для системы из этих уравнений (проверка координат точек  $K, L, M, N$  и  $S$  показала, что они в качестве решений подходят – см.рис.7). На рисунке видно взаимопроникновение фигур, представляющих собой образы этих уравнений, в результате чего получилась довольно сложная фигура, для восприятия которой



На рис.7 координаты точки  $S$  не показаны. Они таковы:

$S(1.60713286; 1.60713286; 1.60713286; 1.60713286;)$

Проверка показала, что все эти решения являются частными решениями из множества решений, входящих в контур  $KLMN$ .

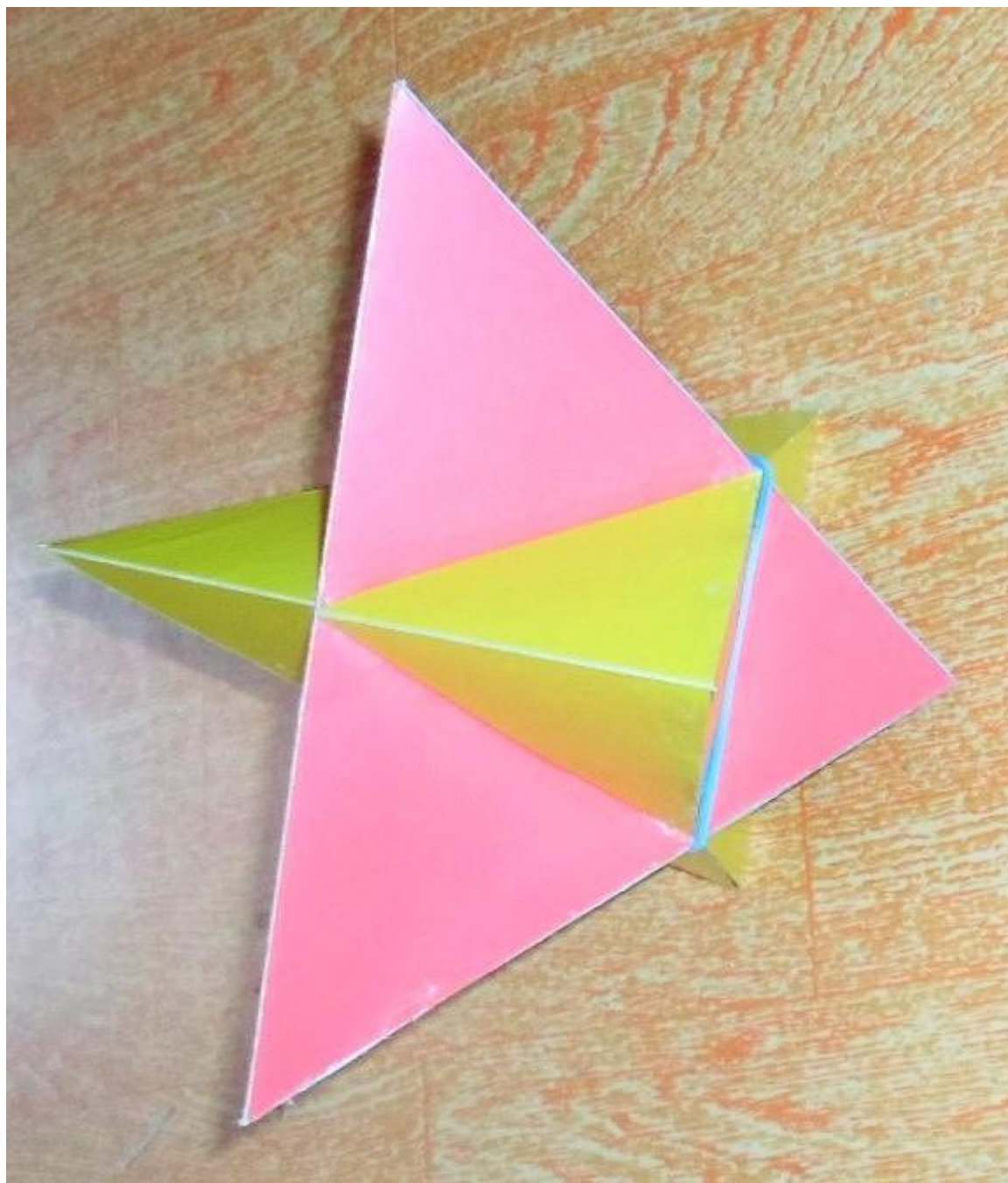


Рис. 8



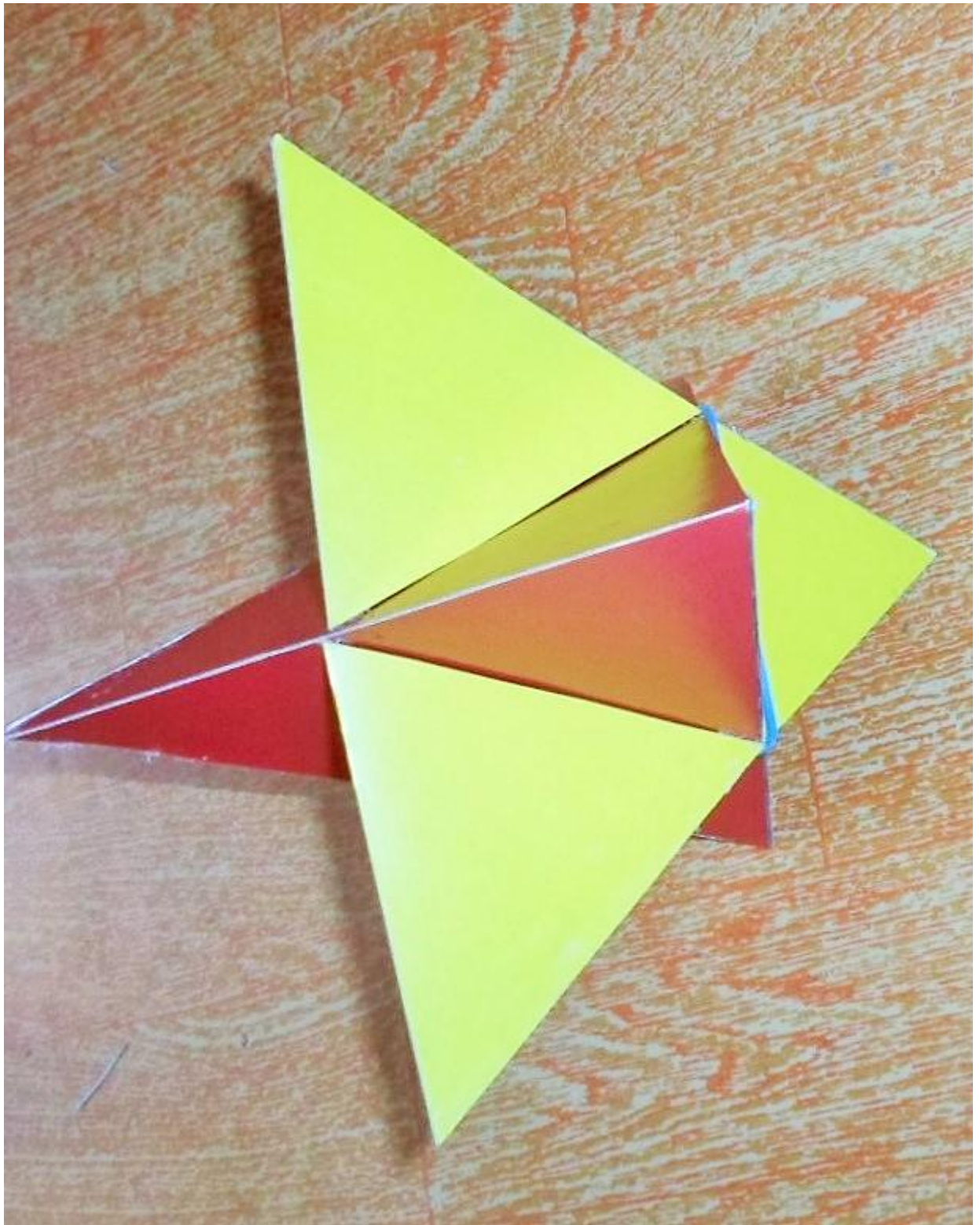


Рис.9



Рис.10 Вид сверху

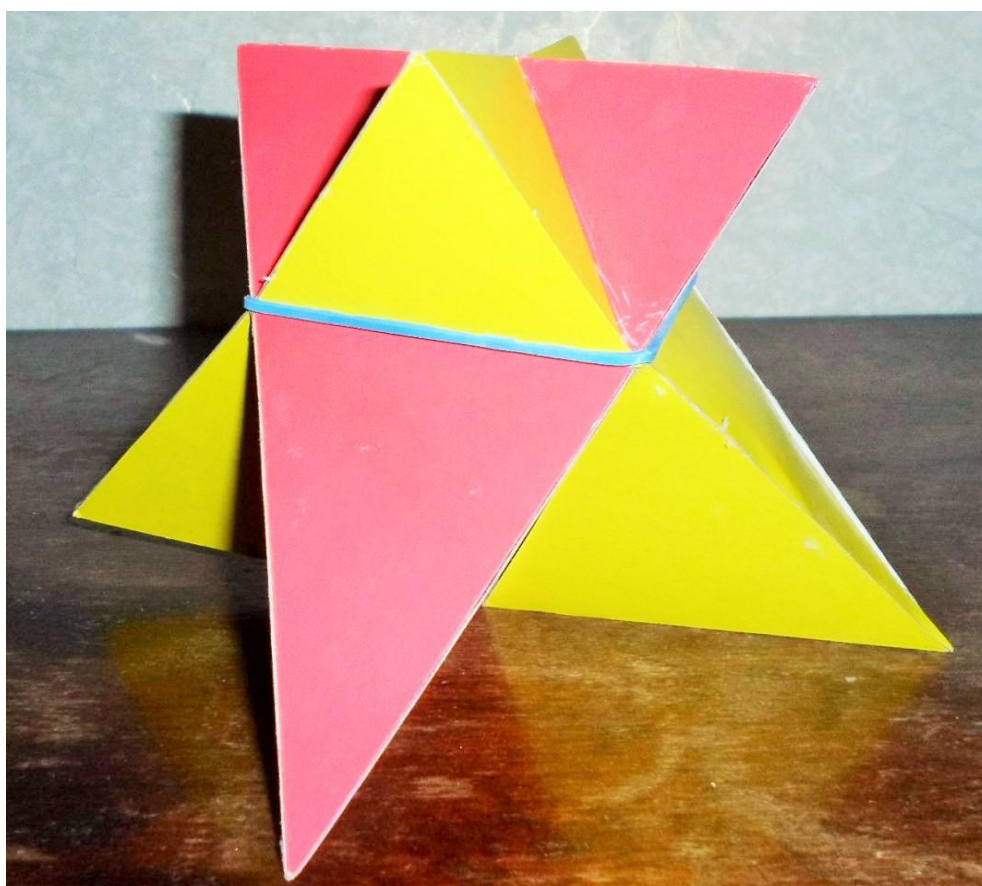


Рис.11 Синяя линия – граница плоской плоскости пересечения образов уравнений.



Рис.12

*Конец статьи*