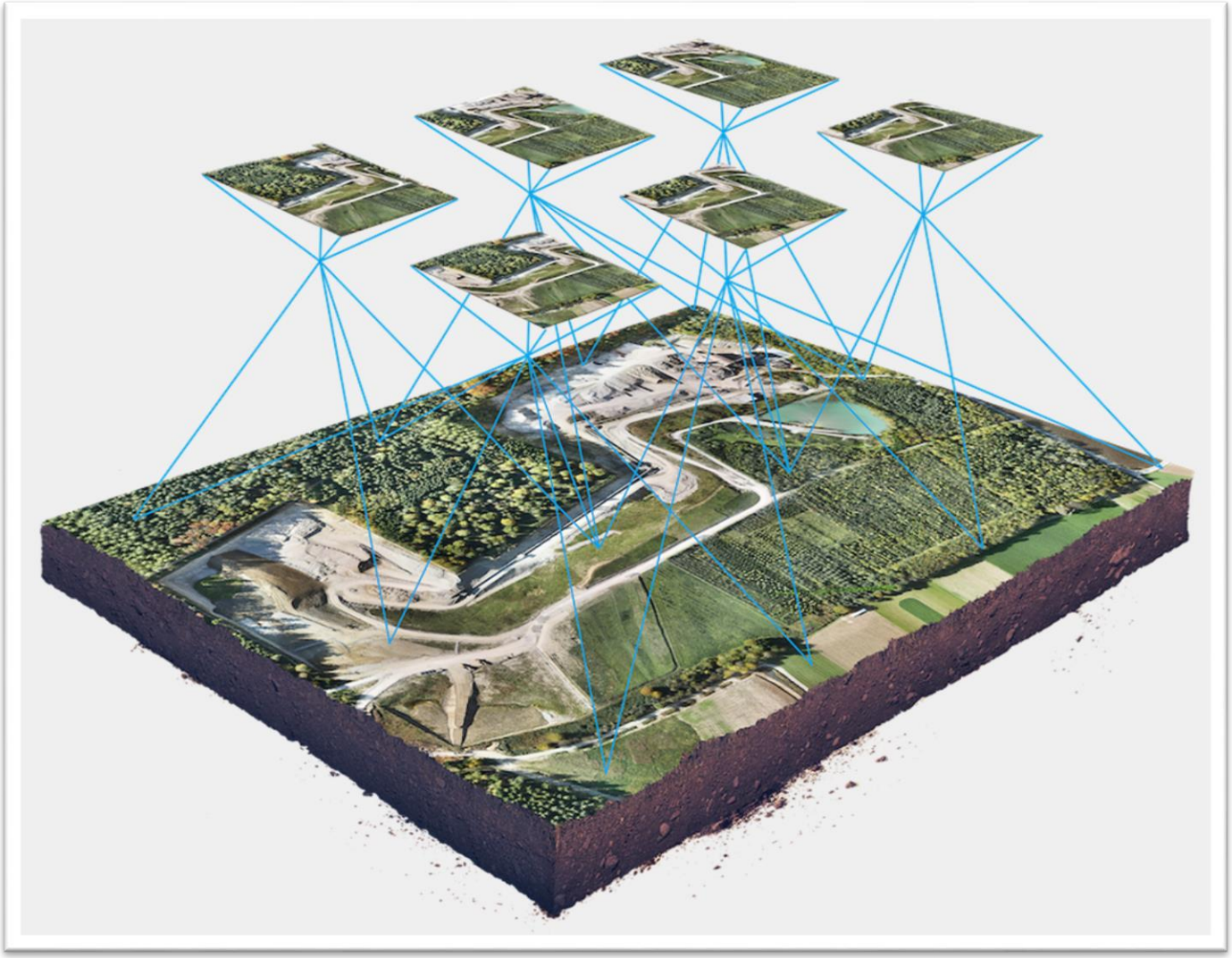
# Л.7 Теория пары снимков. Элементы ориентирования снимков. Внешнее ориентирование модели



# СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ ПАРА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ ОРИЕНТАЦИИ

Два изображения одного места, полученные из двух точек пространства, называются стереопарой изображений (стерео).

Изображение, полученное из точки S1, называется левым, а из точки S2 - правым.

На рис. 37 пары фотографий в положениях, в момент фотографирования.

A - точка местности, изображенная на снимках в точках a1 и a2. Их называют соответствующими точками.

Проецирующие лучи S1A и S2A, проходящие через эти точки, называются соответствующими проецирующими лучами.

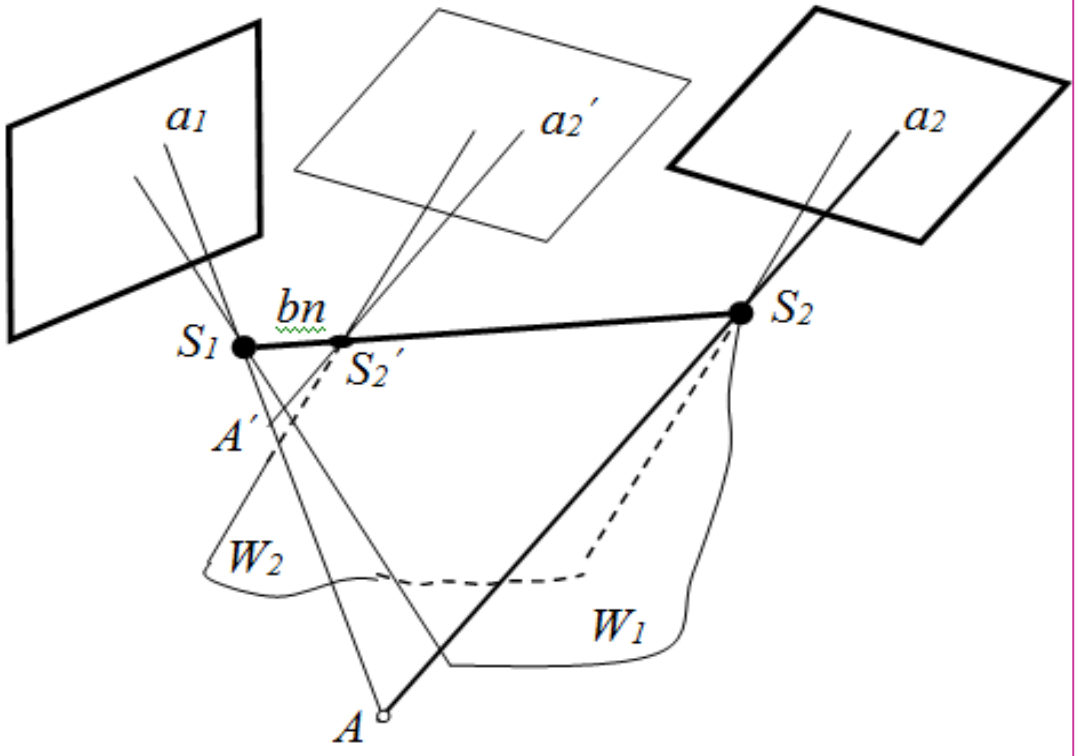



Рис.37.

# СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ ПАРА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ ОРИЕНТАЦИИ

Расстояние B между S1 и S2 является базис фотографирования.
Плоскость $W_A$, проходящая через базис и точку $A$ местности есть базисная плоскость.
Плоскости, проходящие через базис фотографирования и главные лучи главные базисные плоскости ($W_1$ - левого $W_2$ - правого снимков).
Любая пара соответствующих лучей пересекается, если снимки занимают то положение, которое было в момент фотографирования.
Совокупность пересечения дает **стереомодель** или просто модель местности.
При указанных выше условиях она совпадает с земной поверхностью, а значит, масштаб такой модели равен 1:1.

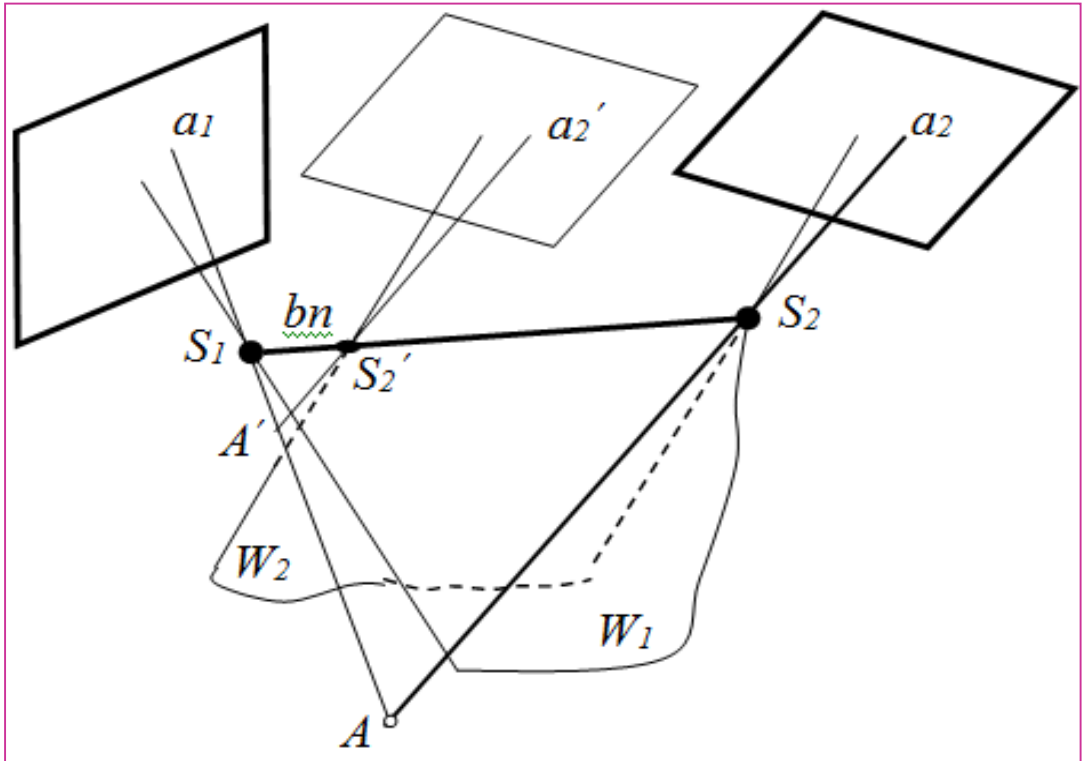



Рис.37.

Корнилов_учебник. с.64

# СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ ПАРА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ ОРИЕНТАЦИИ

Представим теперь, что одна из связок (например, правая) поступательно перемещается вдоль базиса из положения $S_2$ в $S_2'$. Модель при этом не разрушится, но изменится ее масштаб.

Расстояние bп между центрами проекций двух снимков, на основе которых строится модель, называется базисом проектирования, а ее масштаб рассчитывается по формуле:

$$\frac{1}{t} = \frac{b_{\text{п}}}{B}.$$

**Существует понятие элементов ориентирования стереопары.** К ним относятся рассмотренные ранее элементы ориентирования (внутренние x0, y0, f и внешние XS, YS, ZS, α, ω и к), поэтому их общее количество составляет 18.

В системах координат снимков положение точек a1 и a2 (изображения точки A рельефа местности) определяется координатами x1, y1 и x2, y2 соответственно.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ КООРДИНАТАМИ ТОЧКИ МЕСТНОСТИ И КООРДИНАТАМИ ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПАРЕ СНИМКОВ

Для решения этой задачи мы используем в качестве начальной системы координат XYZ с началом координат в точке съёмки S1 левого изображения (рис. 38).

Вектор R0 в этой системе определяет положение точки съемки S2 правого изображения, а векторы $\overline{R}_1$ и $\overline{r}_1$ определяют положение точек **A** и их изображения a1 на левом изображении соответственно. Точки a2 на правом изображении и A рельефа определяют векторы $\overline{r}_2$ и $\overline{R}_2$ в системе координат S2XYZ.

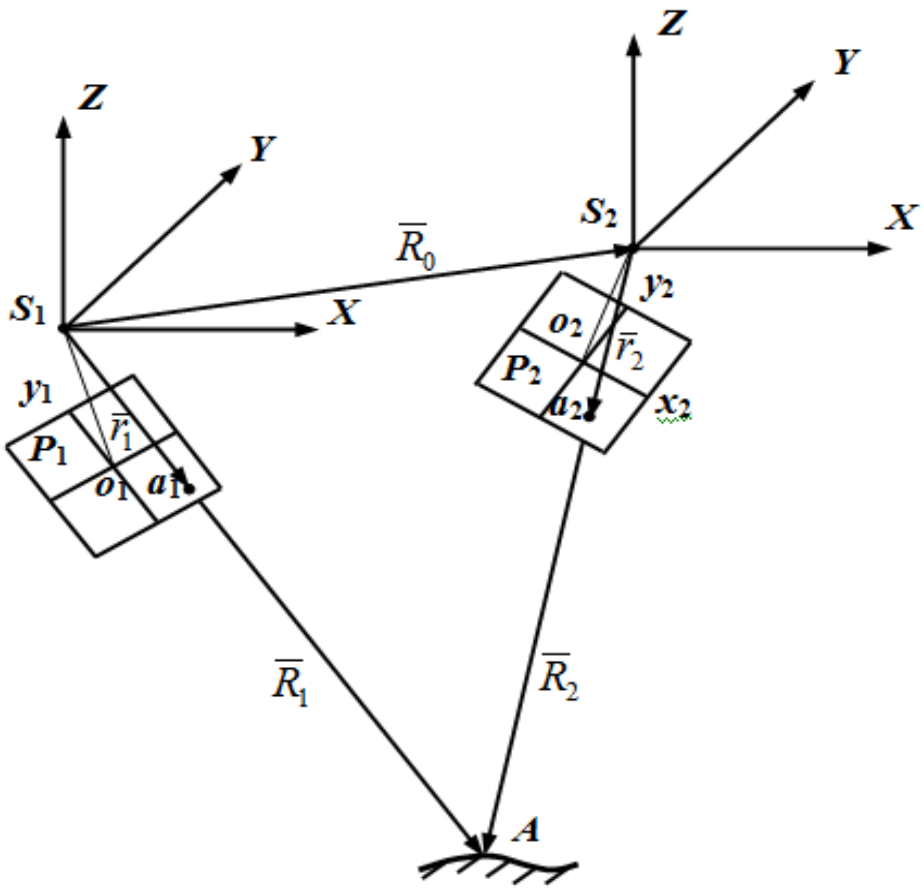



Рис.38.

# СВЯЗЬ МЕЖДУ КООРДИНАТАМИ ТОЧКИ МЕСТНОСТИ И КООРДИНАТАМИ ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПАРЕ ФОТОГРАФИЙ

Начало координат находится в точке S2, а оси параллельны соответствующим осям системы координат S1XYZ.

Векторы $\bar{R}_0$, $\bar{r}_1$ и $\bar{r}_2$ уже известны. Неизвестный вектор это $\bar{R}_1$

Учитывая коллинеарность векторов $\bar{R}_1$ и $\bar{r}_1$ мы можем записать $\bar{R}_1 = N\,\bar{r}_1$ (63)

Где N-скаляр

После некоторых преобразований получаем $$\bar{R}_1 = \frac{\bar{R}_0 \times \bar{r}_2}{\bar{r}_1 \times r_2}\bar{r}_1.$$ (65)

# СВЯЗЬ МЕЖДУ КООРДИНАТАМИ ТОЧКИ МЕСТНОСТИ И КООРДИНАТАМИ ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПАРЕ ФОТОГРАФИЙ

Уравнение (65) - в векторной форме. Требуемую зависимость выражаем в координатной форме. Векторные произведения векторов $\bar{R}_0$ и $\bar{r}_2$, $\bar{r}_1$ и $\bar{r}_2$ могут быть представлены в виде определителей третьего порядка:

$$\bar{R}_0 \times \bar{r}_2 = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ B_X & B_Y & B_Z \\ X_2' & Y_2' & Z_2' \end{vmatrix}; \qquad \bar{r}_1 \times \bar{r}_2 = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ X_1' & Y_1' & Z_1' \\ X_2' & Y_2' & Z_2' \end{vmatrix}$$

где $\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}$ единичные векторы по осям *X*, *Y*, *Z*;

$B_X$, $B_Y$, $B_Z$ – vector coordinates of $\bar{R}_0$ determining the position of the photographing point S2 in the S1XYZ coordinate system;

$X_1'$, $Y_1'$, $Z_1'$ и $X_2'$, $Y_2'$, $Z_2'$ - – пространственные координаты соответствующих точек a1 (векторы ) и a2 (векторы ) на первом и втором изображениях.

# СВЯЗЬ МЕЖДУ КООРДИНАТАМИ ТОЧКИ МЕСТНОСТИ И КООРДИНАТАМИ ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПАРЕ ФОТОГРАФИЙ

Спроецируем векторы на координатные оси X, Y, Z. Тогда, в соответствии с равенством (63), получим:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = N \begin{pmatrix} Y_1' \\ X_1' \\ Z_1' \end{pmatrix}. \qquad (68)$$

$$N = \frac{B_Y Z_2' - B_Z Y_2'}{Y_1' Z_2' - Y_2' Z_1'} = \frac{B_Z X_2' - B_X Z_2'}{X_2' Z_1' - X_1' Z_2'} = \frac{B_X Y_2' - B_Y X_2'}{X_1' Y_2' - X_2' Y_1'}.$$

$$B_X = X_{S_2} - X_{S_1},$$
$$B_Y = Y_{S_2} - Y_{S_1},$$
$$B_Z = Z_{S_2} - Z_{S_1}.$$

# СВЯЗЬ МЕЖДУ КООРДИНАТАМИ ТОЧКИ МЕСТНОСТИ И КООРДИНАТАМИ ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПАРЕ ФОТОГРАФИЙ

Задача определения пространственных координат точки рельефа по ее изображению на стереопаре называется прямой пространственной фотограмметрической засечкой. Ее решение значительно проще для идеальной пары снимков. Случай съемки называется идеальным, если снимки были сделаны с одинаковой высоты съемки и под одинаковыми углами:

$$\alpha = \omega = \chi = 0.$$

В данных условиях верно следующее:

$$X_1' = x_1^{\,0}, \quad Y_1' = y_1^{\,0},$$
$$X_2' = x_2^{\,0}, \quad Y_2' = y_2^{\,0},$$
$$Z_1' = Z_2' = -f. \qquad (69)$$

Предположим, что ось X совпадает с направлением базиса фотографии, а ось Y параллельна плоскости изображения. Тогда $B_Z = B_Y = 0$, $B_X = B$.

# THE RELATIONSHIP BETWEEN THE COORDINATES OF THE TERRAIN POINT AND THE COORDINATES OF ITS IMAGE ON A PAIR OF PHOTOS

Разность абсцисс p соответствующих точек, измеренных на паре изображений, называется продольным параллаксом: p = x1 – x2, или на идеальной паре

$$p^0 = x_1^0 - x_2^0. \qquad (71)$$

Предположим, что ось X совпадает с направлением базиса фотографии, а ось Y параллельна плоскости изображения. Тогда BZ = BY = 0, BX = B, а N будет вычислено по формуле (72)

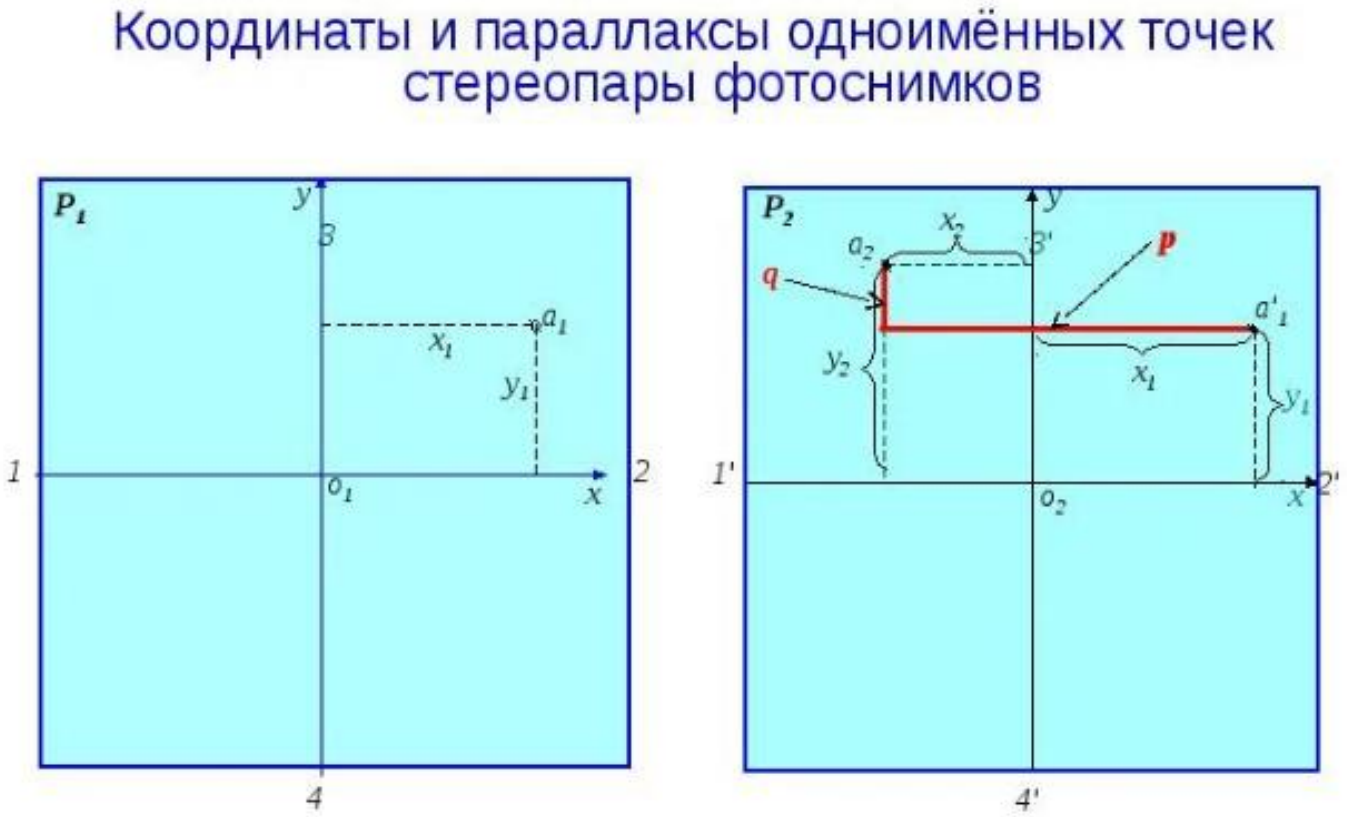
$$N = \frac{B}{x_1^{\,0} - x_2^{\,0}}. \qquad (72)$$

Желаемая формула для зависимости координат точек рельефа от пары изображений выглядит следующим образом:

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{B}{p^0} x_1^0 = -\frac{Z}{f} x_1^0, \\ Y &= \frac{B}{p^0} y_1^0 = -\frac{Z}{f} y_1^0, \end{aligned}\right\} \qquad (73)$$

$$Z = -\frac{B}{p^0} f. \qquad (74)$$

# Координаты и параллаксы одних и тех же точек стереопары фотографий

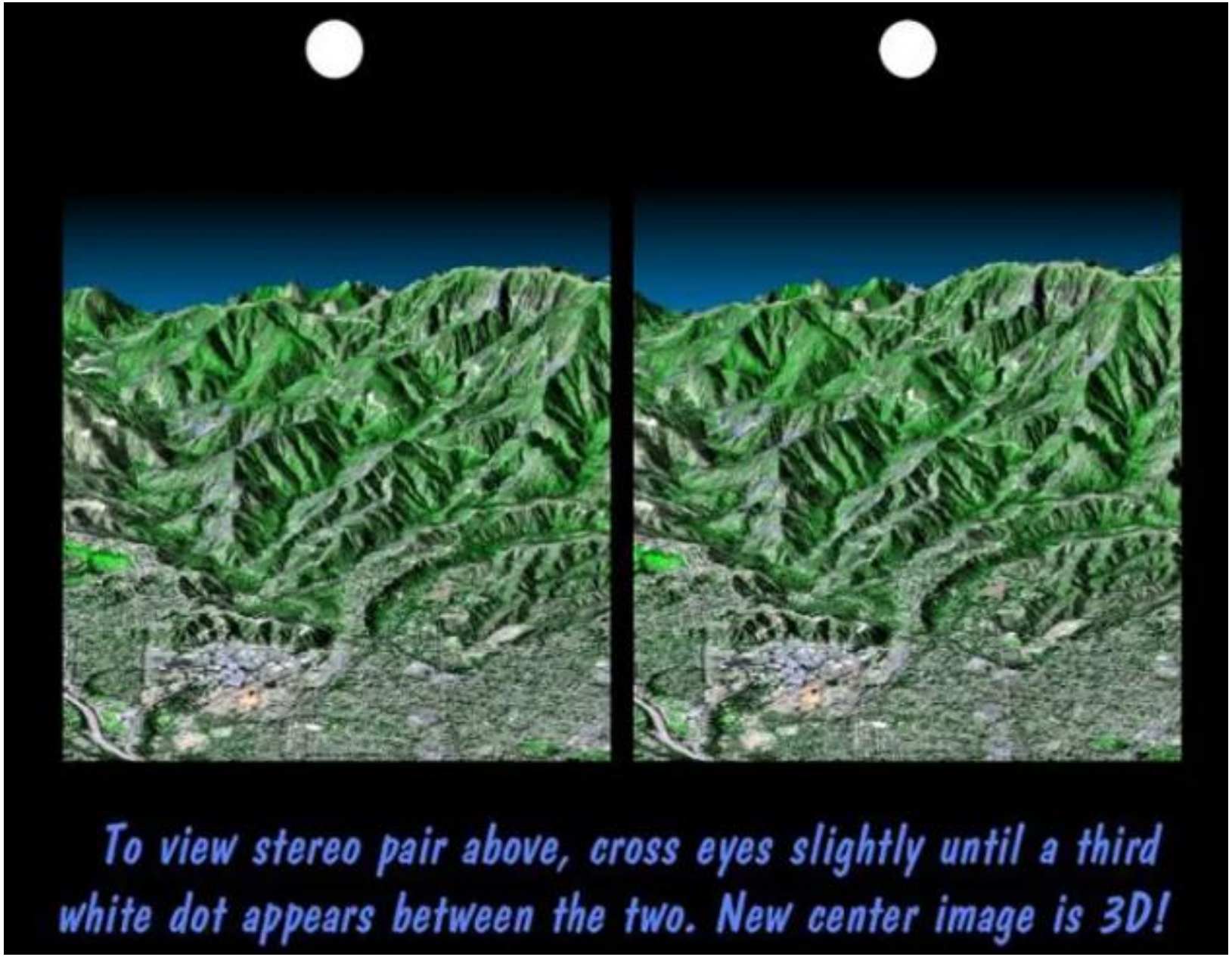



$$p = x_1 - x_2$$

$$q = y_1 - y_2$$



To view stereo pair above, cross eyes slightly until a third white dot appears between the two. New center image is 3D!


To view stereo pair above, cross eyes slightly until a third
white dot appears between the two. New center image is 3D!

# Координаты и параллаксы одних и тех же точек стереопары фотографий

В соотношениях (73) и (74) $Z = -H$ (высота фотографии над точкой рельефа). Следовательно, согласно формуле (74), параллакс $p^0$ может быть определен из соотношения:

$$p^0 = B\frac{f}{H}. \qquad (75)$$

Это показывает, что продольный параллакс соответствующих точек идеальной пары изображений равен базису фотографирования в масштабе изображений.

Формулы (69-75) также справедливы для случая нормальной съемки (главные лучи перпендикулярны наклонному базису и взаимно параллельны.

Предполагается, что ось X совпадает с базисом, а ось Z совпадает с главным лучом левого изображения.