Л6. Масштаб аэрофотоснимка
Искажение направлений на аэрофотоснимке



Содержание

Масштаб аэрофотоснимка.

Искажение направлений на аэрофотоснимке.

Смещение точек на снимке, вызванные его наклоном и рельефом местности.

Физические источники ошибок аэрофотоснимка.

МАСШТАБ СНИМКА

Масштабом снимка $1/m$ в данной точке по данному направлению называется отношение бесконечно малого отрезка dl на снимке к соответствующему отрезку dL на местности. То есть:

$$\frac{1}{m} = \frac{dl}{dL}. \qquad (43)$$

Пусть местность равнинная, а начала координат в пространстве и на снимке расположены соответственно в точках S и o, (рис. 32).

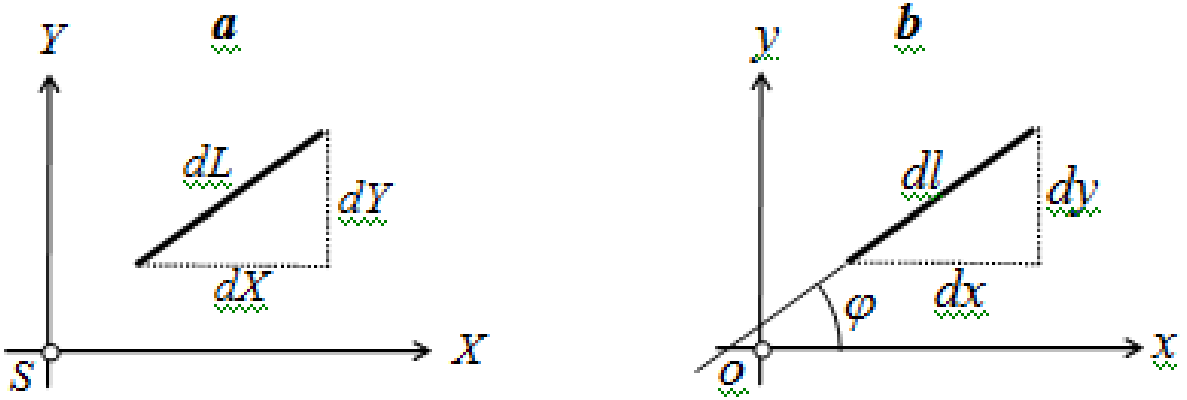


Рис 32. ***a*** – горизонтальный отрезок на местности, ***b*** -его изображение

МАСШТАБ СНИМКА

Обозначив проекции отрезков *dl* и *dL* на соответствующие координатные оси через *dx*, *dy* и *dX*, *dY*, с учетом данного определения масштаба и рис. 32 напишем:

$$\frac{1}{m} = \frac{dx}{\cos\varphi \sqrt{dX^2 + dY^2}}, \qquad (44)$$

где φ – угол между осью *x* снимка и заданным направлением отрезка *dl*.

Продефференцировав уравнение 44 по x и y, и введя некоторые обозначения,

$$k = \cos\varepsilon - \frac{y}{f}\sin\varepsilon, \qquad p = \frac{x}{f}\sin\varepsilon,$$

получим формулу опрделения масштаба снимка:

МАСШТАБ СНИМКА

$$\frac{1}{m} = \frac{f\,k^2}{H\sqrt{\sin^2\varphi + (k\cos\varphi + p\sin\varphi)^2}}. \qquad (46)$$

Полученное равенство показывает, что масштаб снимка зависит от фокусного расстояния АФА, высоты фотографирования, угла наклона снимка, положения точки на снимке (координат x и y), в которой взят элемент dl и от направления φ этого элемента относительно линии главного вертикала $\upsilon\upsilon$.

Определим значение масштаба $1/m$ для частных случаев.

1. Масштаб горизонтального снимка ($\varepsilon = 0$). Подставив это значение в формулу (46), с учетом принятых обозначений k и p получим:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H},$$

т. е. масштаб горизонтального снимка плоской местности во всех точках постоянный.

Элементы и свойства центральной проекции

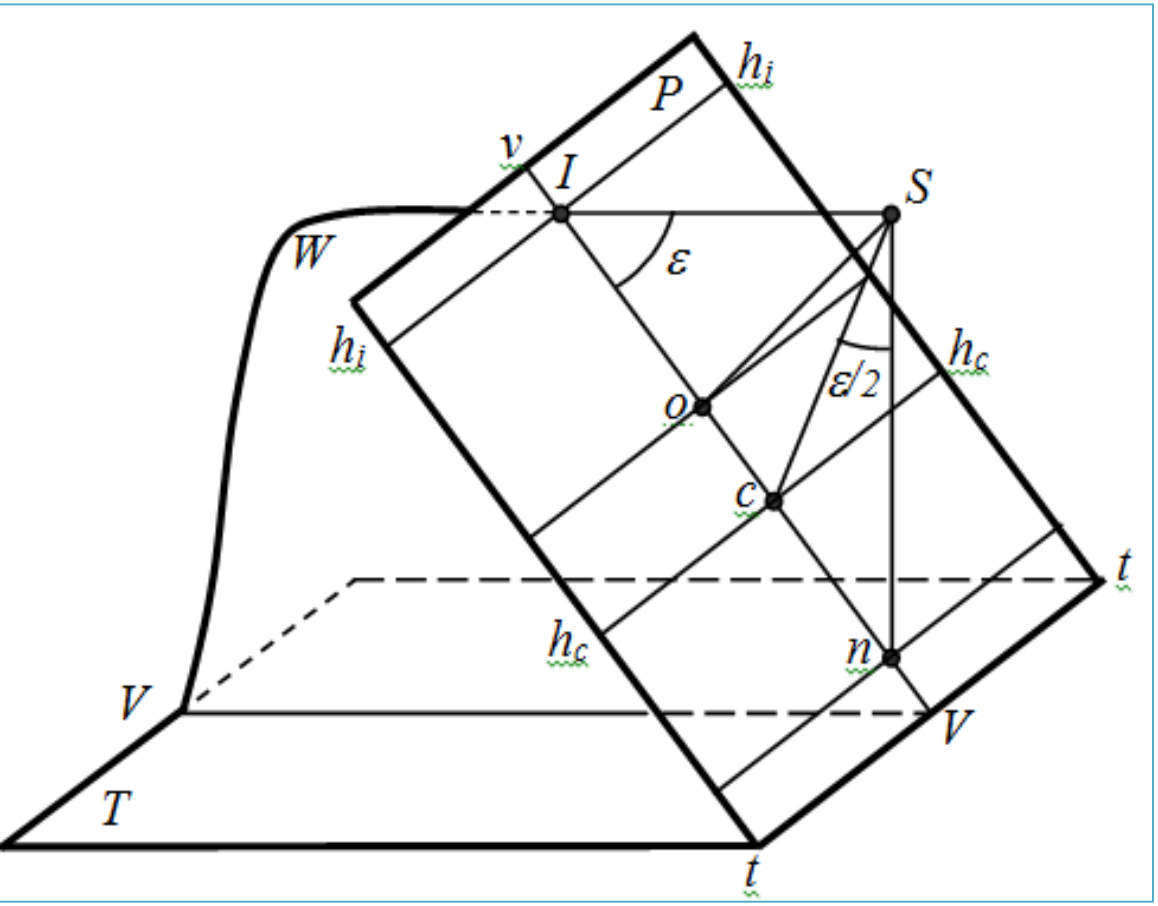


Рис. 11. Элементы центральной проекции

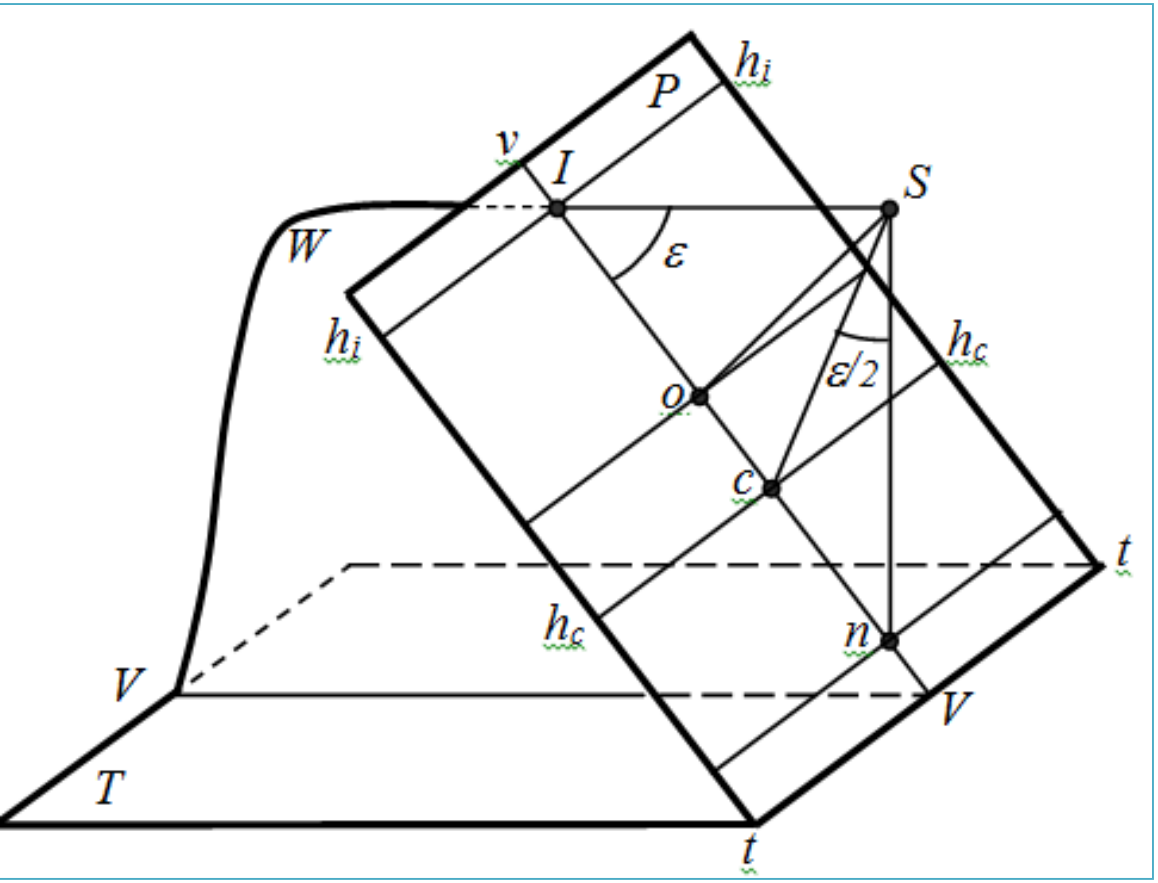
Точка *n* пересечения отвесного проектирующего луча, с плоскостью снимка называется **точкой надира.**

Вертикальная плоскость *W*, проходящая через точки *S*, *o*, *n* называется **плоскостью главного вертикала.**

След ***vv*** плоскости ***W*** на снимке это его **главная вертикаль**, а след *VV* плоскости *W* на основании называется **линией направления съемки.**

Горизонтальный проектирующий луч *SI*, лежащий в плоскости главного вертикала *W* , пересекает плоскость снимка в **главной точке схода *I*.**

Элементы и свойства центральной проекции



Точка *c* пересечения биссектрисы угла *Son* (ε) с плоскостью снимка называется **точкой нулевых искажений.**

Точки ***I, o, c*** и ***n*** снимка располагаются на его главной вертикали.

Линии *hh*, лежащие в плоскости *P* и перпендикулярные к главной вертикали, есть **горизонтали снимка**.

Причем, $h_t h_t$ – **линия основания.** Это линия пересечения плоскости снимка с плоскостью основания.

Рис. 11. Элементы центральной проекции

МАСШТАБ СНИМКА

2. Масштаб наклонного снимка по направлению главной вертикали ($x = 0$, $\varphi = 90°$):

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}\left(\cos\varepsilon - \frac{y}{f}\sin\varepsilon\right)^2 . \qquad (47)$$

На основании уравнения (47) запишем значение масштаба $1/m$ в характерных точках, лежащих на линии главного вертикала:

В главной точке снимка o ($y = 0$)

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}\cos^2\varepsilon;$$

В точке нулевых искажений c $\left(y = -f\ \mathrm{tg}\frac{\varepsilon}{2}\right)$, поэтому:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H};$$

В точке надира n $(y = -f\ \mathrm{tg}\ \varepsilon)$, после подстановки получаем:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H\cos^2\varepsilon};$$

В главной точке схода I $(y = f\ \mathrm{ctg}\ \varepsilon)$

$$\frac{1}{m} = 0 .$$

СМЕЩЕНИЕ ТОЧЕК И ИСКАЖЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ, ВЫЗВАННОЕ НАКЛОНОМ СНИМКА

Если наклонный снимок совместить с горизонтальным, вращением его вокруг линии неискаженных масштабов (рис. 33.) то соответствующие точки окажутся на одном луче, проходящем через точку нулевых искажений *c*.

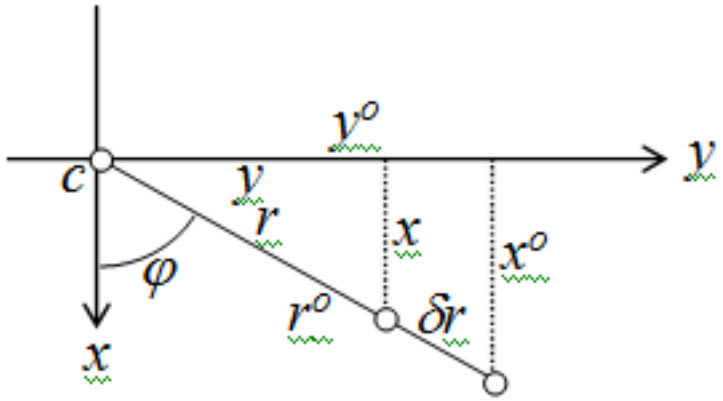


Рис.33 Совмещенный чертеж

Разность $$\delta r_\varepsilon = r - r^0 \qquad (49)$$

называется смещением точки за наклон снимка. И понятно, что направлено оно вдоль луча, проходящего через точку *c*.

Смещение точки из-за наклона снимка определяется по формуле:

$$\delta r_\varepsilon = -\frac{r^2 \sin\varphi \sin\varepsilon}{f - r \sin\varphi \sin\varepsilon} \approx -\frac{r^2 \sin\varphi \sin\varepsilon}{f}$$

СМЕЩЕНИЕ ТОЧЕК И ИСКАЖЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ, ВЫЗВАННОЕ НАКЛОНОМ СНИМКА

Величина смещения зависит и от фокусного расстояния снимка. С его увеличением она уменьшается. Для планового снимка ($\varepsilon \leq 3°$) величину максимального смещения точек можно оценивать по приближенной формуле:

$$\delta r_\varepsilon = -\frac{r^2}{f}\varepsilon \quad . \qquad (51)$$

Оно приводит к ошибкам в определении по снимкам направлений, расстояний и площадей.

На рис. 33, кроме того, видно, что не изменился и угол φ, значит, если вершиной горизонтальных углов местности будет точка C, то на снимке они не искажаются.

СМЕЩЕНИЕ ТОЧЕК И НАПРАВЛЕНИЙ НА СНИМКЕ, ВЫЗВАННОЕ РЕЛЬЕФОМ МЕСТНОСТИ

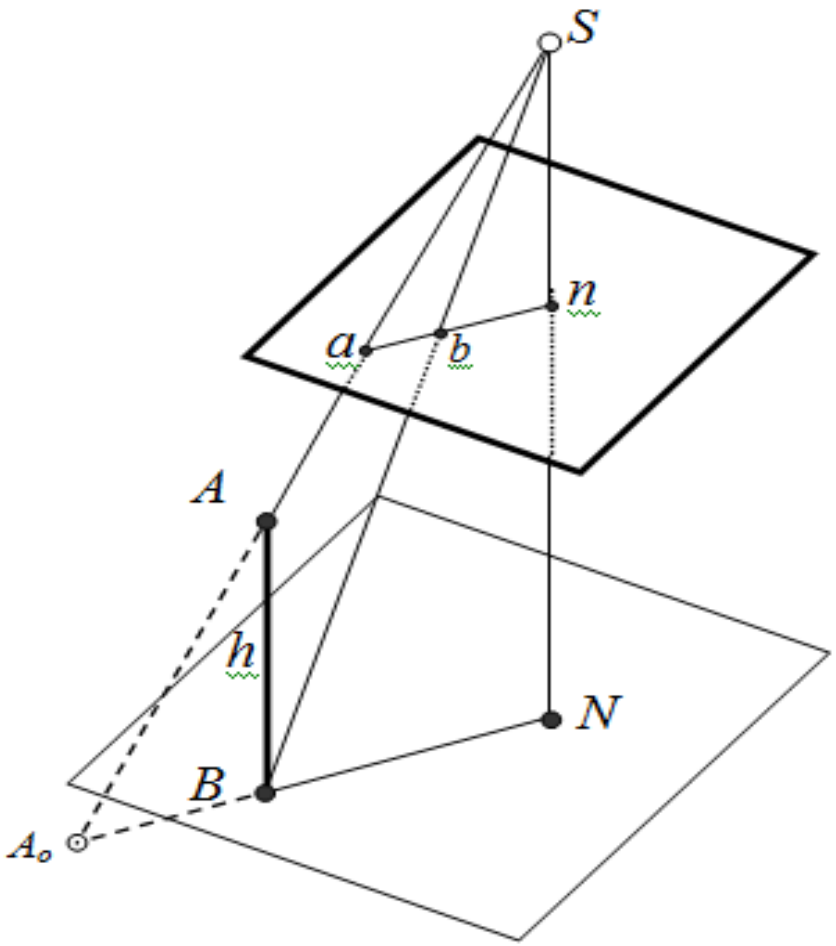


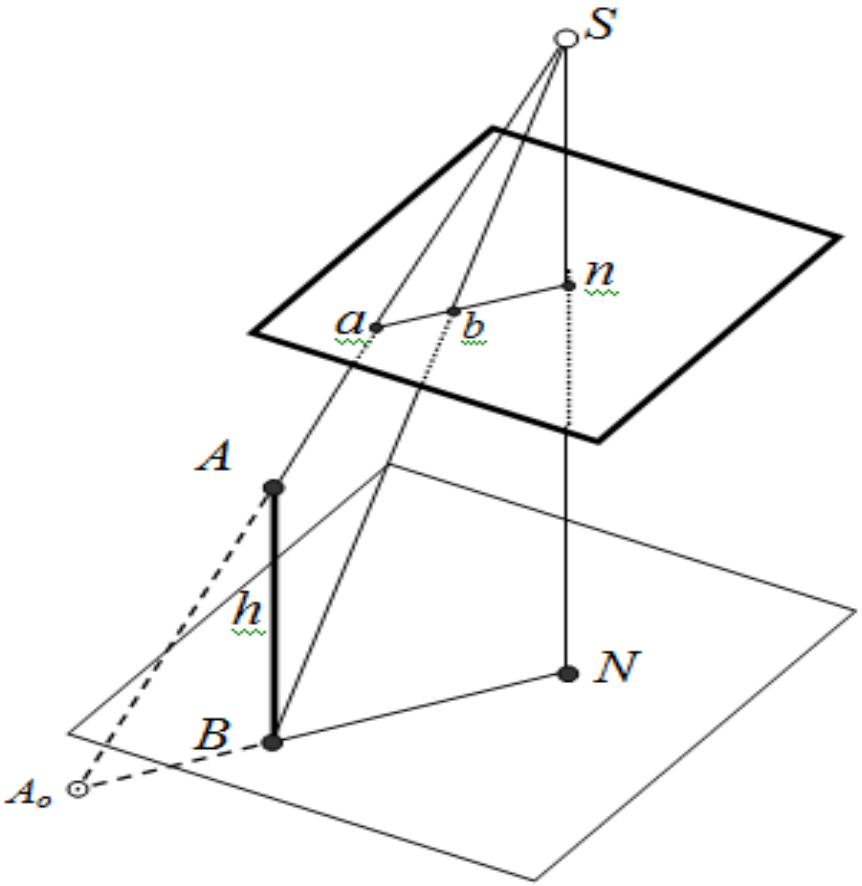
Рис. 35 Смещение за рельеф

Рельеф местности также вызывает смещение точек, причем по направлениям проходящим через точку надира *n*, в которую сходятся изображения отвесных прямых. То есть, если *h* - превышение точки *A* над точкой *B*, расположенной в плоскости предмета, и отрезок *AB* отвесный, то точка *a* на снимке сместится относительно точки *b* на величину $ab = \delta r_h$ (рис. 35).

При $h > 0$ смещение происходит от точки надира, когда $h < 0$, – к точке надира.

Предположим, что снимок является горизонтальным, тогда *SN=H*, *Sn=f*, и если отрезок *ab* на снимке обозначить через *r*, то из прямоугольных треугольников можно составить следующие пропорции:

СМЕЩЕНИЕ ТОЧЕК И НАПРАВЛЕНИЙ НА СНИМКЕ, ВЫЗВАННОЕ РЕЛЬЕФОМ МЕСТНОСТИ



$$\frac{A_oB}{h} = \frac{A_oN}{H},$$

$$\frac{\delta r_h}{A_oB} = \frac{f}{H},$$

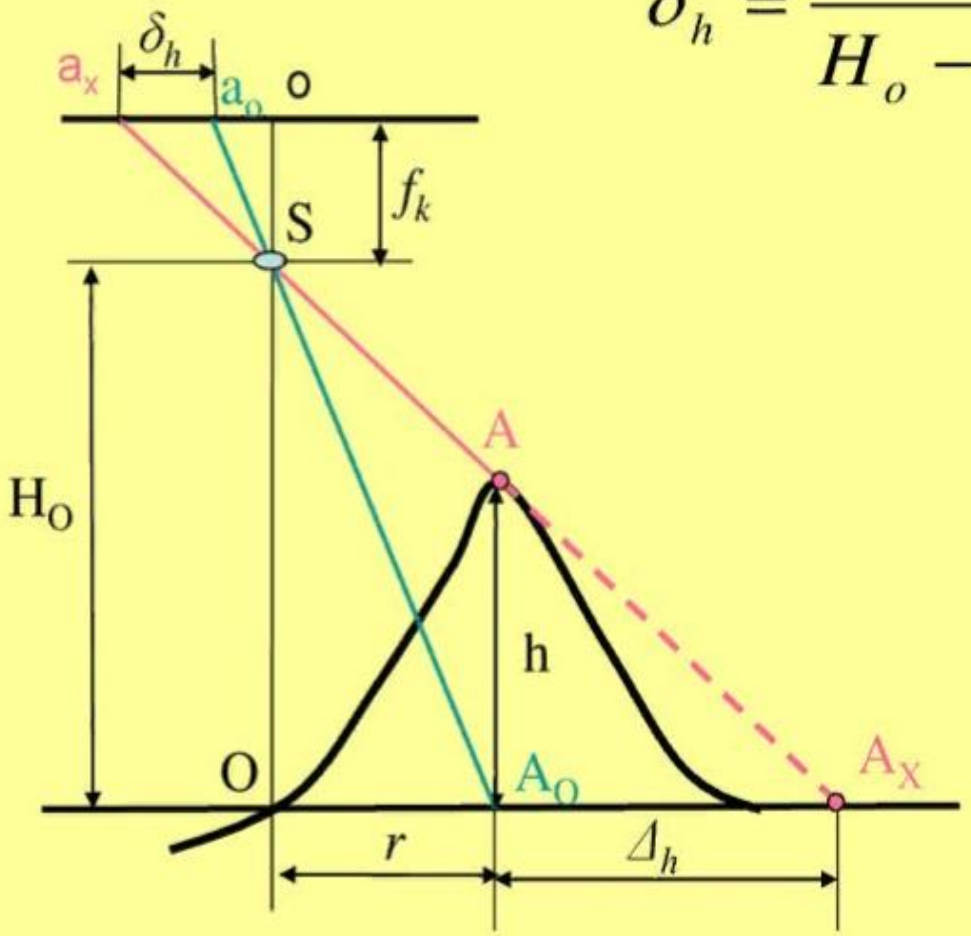
$$\frac{A_oN}{r} = \frac{H}{f}$$

Теперь, путем последовательной подстановки получаем:

$$\delta r_h = \frac{rh}{H}$$

Можно доказать, что полученная формула дает хорошую оценку величины смещения точек за рельеф и для плановых снимков. Значит, по измеренной на плановом снимке величине смещения можно в ряде случаев с достаточной для практики точностью определить высоту отдельных объектов (дерева, столба, здания, трубы и т. д.).

Влияние рельефа на масштаб изображения



$$\delta_h = \frac{r\,h}{H_o - h} \qquad (8)$$

$$X_A = x_a \frac{H_O - h}{f_k};$$

$$Y_A = y_a \frac{H_O - h}{f_k} \qquad (9)$$