

**ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ НАЗЕМНОЙ
СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ
СЪЕМКИ НА ИЗЫСКАНИЯХ ДОРОГ**

Под редакцией канд. техн. наук С. А. Булгера

Москва 1972

ПРЕДИСЛОВИЕ

При выполнении топографо-геодезических работ в процессе производства изысканий железных и автомобильных дорог стереофотограмметрические методы используются как средство высокопроизводительного получения объективной информации о местности. В последние годы эти методы находят все более широкое применение для получения численной информации в форме, пригодной для непосредственного использования в проектных расчетах на ЭВМ.

Обработка результатов измерений на ЭВМ с применением методов аналитической фотограмметрии позволяет расширить сферу рационального применения наземной стереофотограмметрической съемки в инженерных изысканиях.

В связи с существенным изменением методики полевых работ и камеральной обработки материалов возникла необходимость переработки "Методических указаний", изданных в 1962 г., применительно к использованию приборов оптико-механического типа и ЭВМ.

Настоящие "Методические указания" разработаны канд. техн. наук Б.К.Малевским, при участии канд. техн. наук Г.П.Кудряцева, на основе теоретических и экспериментальных исследований, выполненных отделением изысканий и проектирования ЦНИИСа.

Зам. директора института

(И. НАСЕДИН)

Руководитель отделения
изысканий и проектирования

(Г. ВЕРИЦАН)

І. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

І.1. Наземную стереофотограмметрическую съемку применяют при изысканиях новых и реконструкции существующих железных и автомобильных дорог, главным образом в горных районах на стадии составления технического проекта и рабочих чертежей.

І.2. При изысканиях трасс и сооружений на них стереофотосъемку производят на отдельных наиболее сложных участках изучаемой местности и именно:

- а) окальных прижимах и крутокосячных участках;
- б) крутых морских и речных берегах;
- в) осыпях и оползневых участках;
- г) подходах к тоннелям.

І.3. При использовании в процессе изысканий в горных районах аэрофотоъемки наземную стереофотоъемку применяют для получения крупномасштабных топографических планов на участках, где аэрофото-съемочные материалы не обеспечивают необходимой детализации и степени точности, а также для создания планово-высотного обоснования материалов аэрофотоъемки.

І.4. Материалы наземной стереосъемки используют для составления в камеральных условиях крупномасштабных топографических планов, а также для создания на основе измерений по стереомодели местности горизонтальных и наклонных продольных разрезов, продольных и поперечных профилей по заданным направлениям в процессе проектирования трасс. Положение трассы на особо сложных труднодоступных прижимных участках разрабатывают камерально по материалам наземной стереосъемки.

І.5. При обследовании района изысканий фотогеологическим методом инженерно-геологическое дешифрирование аэроснимков выполняют с использованием соответствующих им наземных фотогеодолитных снимков.

І.6. Материалы наземной стереофотоъемки используют для определения в камеральных условиях геодезических координат элементов путевого развития и ситуации железнодорожных станций, составления крупномасштабных топографических планов плоских участков местности и отрезков морских и речных берегов, а также для построения на основе измерений по стереомодели местности продольных и поперечных профилей.

І.7. Пространственные координаты точек местности при наземной стереофотоъемке получают приемом засечкой с базиса фотографирования. Для этого участок местности, подлежащий съемке, фотографируют с двух точек — концов базиса фотографирования (рис.І).

Для обеспечения соответствующей точности фиксации положения точек на снимках фотографируют специальными фотокамерами жесткой конструкции (см. приложения І и 2).

Перед фотографированием местности камери ориентируют в пространстве с помощью специального ориентирного приспособления и углов, а также определяют величину и направление базиса фотографирования.

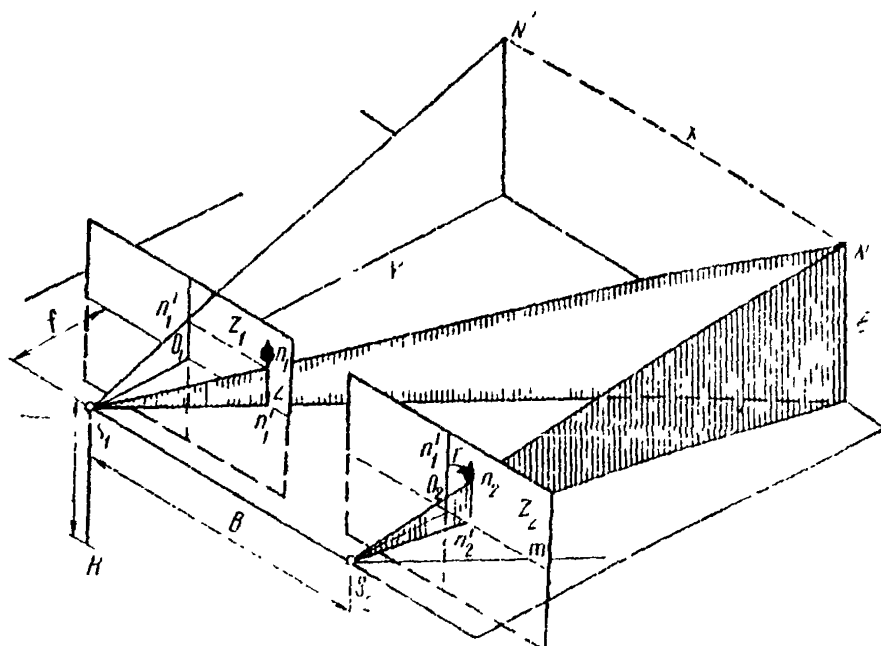


Рис. I

В зависимости от задач, вида объекта съемки и последующей методики камеральной обработки стереофотограмметрическую съемку можно выполнять при строго фиксированном или приближенном ориентировании камер в пространстве.

1.8. Полевые работы при наземной стереофотоосъемке включают в себя рекогносцировку участка съемки, выборе положения базисов фотографирования, измерения их длин и азимутов, определения геодезических координат центров фотографирования и контрольных точек на участке съемки. Завершают полевые работы последовательным фотографированием участка со всех намеченных точек съемки.

1.9. Камеральную обработку снимков наземной стереофотоосъемки выполняют оптико-механическим или аналитическим путем. В первом случае используют приборы типа стереовавтографа, стереопланиграфа или стереометрографа, с помощью которых составляют топографические планы, профили по заданным направлениям или координаты отдельных точек местности.

При вычислительном способе для измерения снимков используют стереокомпаратор а вычисления выполняют по специальным программам на ЭВМ.

В результате аналитической обработки снимков могут быть получены координаты отдельных точек и цифровые модели местности.

При составлении топографических планов местности более производительным является оптико-механический способ обработки снимков.

Аналитический метод — наиболее универсальный и точный — целесообразно использовать для определения координат отдельных точек, измерения деформаций, а также при определении объемов земляных работ в разрезах.

В ряде случаев рациональным является сочетание аналитического и оптико-механического способов обработки снимков.

Системы координат и элементов ориентирования

Рабочие формулы

1.10. При наземной стереофотограмметрической съемке используют три системы координат:

а) плоская система координат снимка $OXYZ$ с началом в точке пересечения прямых, соединяющих координатные метки 1-2, 3-4 (рис.2). В этой системе за ось x принимают линию 3-4, а за ось z — нормаль к ней в точке O

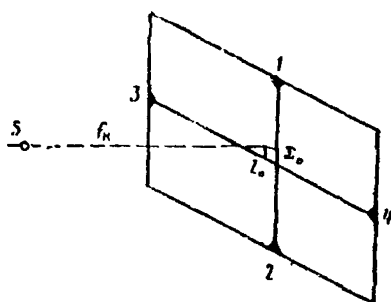


Рис.2

б) пространственная фотограмметрическая система координат $X_{\Phi}, Y_{\Phi}, Z_{\Phi}$ с началом в левом центре фотографирования (рис.3,а). За ось Y_{Φ} принимают проекцию главной оптической оси на горизонтальную плоскость, за ось X_{Φ} — горизонтальную прямую, перпендикулярную направлению оптической оси, а за ось Z_{Φ} — вертикаль в центре фотографирования.

В некоторых случаях удобно использовать систему фотограмметрических координат, в которой начало координат остается тем же, а ось X_{Φ} считается проекция базиса фотографирования на горизонтальную плоскость. Ось Y_{Φ} в этом случае совмещается с нормалью к направлению базиса, а направление оси Z_{Φ} — прежнее (рис.3,б).

в) система геодезических координат, которая может быть государственной или условной.

I.11. Элементы, определяющие положение центра фотографирования относительно снимка, называются элементами внутреннего ориентирования. Это — главное фокусное расстояние камеры f и координаты главной точки O — x_0 и z_0 (см. рис. 2). Обычно при изготовлении и юстировке камеры добиваются, чтобы x_0 и z_0 были близки к нулю. Значения фокусного расстояния камеры f определяют с высокой точностью и приводят в ее паспорт.

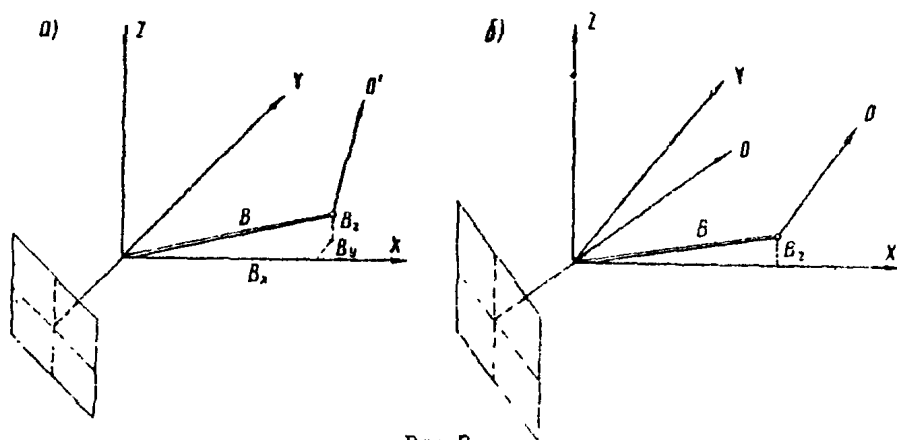


Рис. 3

I.12. Элементами внешнего ориентирования (ЭЛО) являются величины, определяющие положение снимка в момент фотографирования относительно принятой системы координат, геодезической или фотограмметрической. Таких элементов (рис. 4) шесть:

- координаты центра фотографирования X_s , Y_s , Z_s ;
- дирекционный угол оптической оси камеры α_0 ;
- угол наклона оптической оси ω ;
- угол поворота снимка в осяевой плоскости κ .

Для построения геодезической ориентированной модели местности необходимо знать ЭВО пары снимков, т.е. всего 12 элементов — 6 линейных и 6 угловых.

I.13. В зависимости от положения снимков относительно объекта и значений ЭВО различают следующие случаи взаимной стереофотограмм: нормальный, равноотклоненный, равнонаклоненный, конвергентный и общий.

При обработке снимков оптико-механическим путем используют нормальный и равноотклоненные случаи съемки, схема которых приведена на рис. 5. В этих случаях $\omega_d = \omega_n = \kappa_d = \kappa_n = 0$, а углы скольжения $\varphi_d = \varphi_n$.

Аналитическую обработку снимков с использованием ЭВМ выполняют на основе зависимостей общего случая съемки, предусматривающей произ-

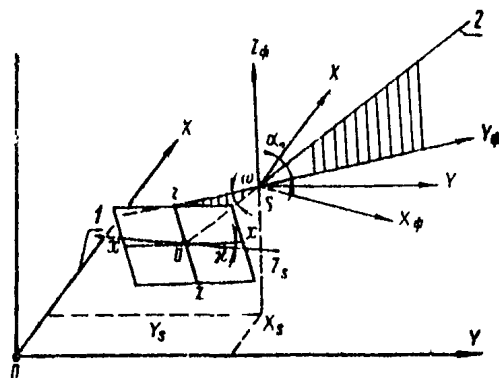


Рис.4:

1 - горизонталь; 2 - оптическая ось камеры

1.14. При наземной стереофотоосъемке в отличие от аэрофотоосъемки ЭВО снимков и базиса фотографирования обычно устанавливают или определяют в процессе выполнения полевых работ с высокой точностью.

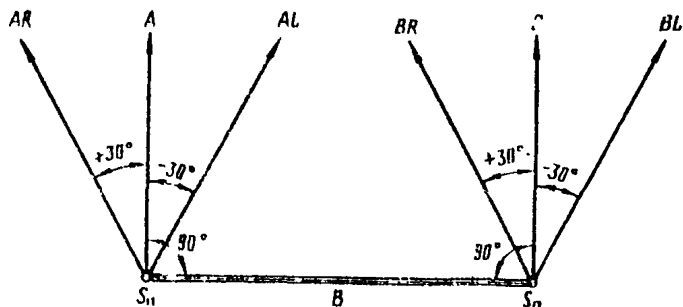


Рис.5.

В некоторых случаях, например, при производстве фотографирования с подвижной основы (высокие колеблющиеся опоры, борт судна и т.п.) невозможно установить или определить ЭВО снимков с необходимой точностью. В этих условиях геодезически ориентированная модель может быть построена аналитическим методом с использованием координат опорных точек. Одновременно из этих построений могут быть определены и неизвестные ЭВО снимков.

Съемку при различных ЭВО снимков, называет ориентиро-

в а н н о й с т е р е о ф о т о с ъ е м к о й, а при неизвестных ЭВО - н е о р и е н т и р о в а н н о й с т е р е о ф о т о - с ъ е м к о й.

1.15. Связь между координатами точек снимка и местности в фотограмметрической системе (см.рис.3,а) при известных произвольных ЭВО снимков (общий случай ориентированной стереофото съемки) выражается следующими зависимостями:

$$\begin{aligned} X_i &= N_i X_i^I; \\ Y_i &= N_i Y_i^I; \\ Z_i &= N_i Z_i^I; \end{aligned} \quad N_i = \frac{B_x + \frac{X_i^I}{Y_i^I} B_y}{X_i^I Y_i^{II} - X_i^{II} Y_i^I} Y_i^{II} \quad (1)$$

где X_i^I, Y_i^I, Z_i^I - пространственные координаты точки левого снимка с началом в левом центре фотографирования;

$X_i^{II}, Y_i^{II}, Z_i^{II}$ - те же для правого снимка, но с началом в правом центре фотографирования;

B_x, B_y - составляющие базиса фотографирования в принятой системе координат.

Пространственные координаты точек левого и правого снимков находят с использованием известных угловых ЭВО снимков по формулам:

$$\begin{aligned} X &= a_1 x + a_2 f + a_3 z; \\ Y &= b_1 x + b_2 f + b_3 z; \\ Z &= c_1 x + c_2 f + c_3 z. \end{aligned} \quad (2)$$

Элементы преобразований $a_{1,2,3}; b_{1,2,3}; c_{1,2,3}$ (направляющие косинусы) получают по известным углам наклона и поворота снимков:

$$\begin{aligned} a_1 &= \cos \alpha \cos \omega - \sin \alpha \sin \omega \sin \kappa; & c_1 &= \cos \omega \sin \kappa; \\ a_2 &= \sin \alpha \cos \omega; & c_2 &= \sin \omega; \\ a_3 &= -\cos \alpha \sin \kappa - \sin \alpha \sin \omega \cos \kappa; & c_3 &= \cos \omega \cos \kappa. \\ b_1 &= -\sin \alpha \cos \kappa - \cos \alpha \sin \omega \sin \kappa; \\ b_2 &= \cos \alpha \cos \omega; \\ b_3 &= \sin \alpha \sin \kappa - \cos \alpha \sin \omega \cos \kappa; \end{aligned} \quad (3)$$

Координаты точек местности в базисной системе фотограмметрических координат (см.рис.3,б) находят из выражений:

$$\begin{aligned} X_i &= N_i X_i^I; \\ Y_i &= N_i Y_i^I; \\ Z_i &= N_i Z_i^I; \end{aligned} \quad N_i = \frac{B}{X_i^I Y_i^{II} - X_i^{II} Y_i^I} Y_i^{II} \quad (4)$$

От формул общего случая съемки легко перейти к нормальному и равноотклоненному случаям, используемым при обработке снимков спτικο-механическим способом.

Так, полагая $\alpha_1 = \alpha_2 = \omega_1 = \omega_2 = \kappa_1 = \kappa_2 = 0$ для нормального

случая съемки в базисной системе координат ($B_Y = 0$), будем иметь:

$$\begin{aligned} X_i &= x_i; \quad Y_i = f; \quad Z_i = z_i; \quad N_i = \frac{B}{x_i - x_i^0} = \frac{B}{\rho_i}; \\ X_i &= \frac{B}{\rho_i} x_i; \quad Y_i = \frac{B}{\rho_i} f; \quad Z_i = \frac{B}{\rho_i} z_i; \end{aligned} \quad (5)$$

В этом же случае, но в первой системе фотограмметрических координат ($B_Y \neq 0$) получим:

$$\begin{aligned} X_i &= \frac{B}{\rho_i} (f \sin \alpha_0 + x_i^0 \cos \alpha_0); \\ Y_i^* &= \frac{B}{\rho_i} (f \cos \alpha_0 - x_i^0 \sin \alpha_0); \\ Z_i^* &= \frac{B}{\rho_i} z_i \end{aligned} \quad (6)$$

Для параллельного случая съемки, когда $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, координаты точек местности в базисной системе координат получают из выражений:

$$\begin{aligned} X_i &= N_i (f \sin \alpha + x_i^0 \cos \alpha); \\ Y_i &= N_i (f \cos \alpha - x_i^0 \sin \alpha); \\ Z_i &= N_i z_i; \end{aligned} \quad (7)$$

$$N_i = \frac{B}{\rho_i} \left(\cos \alpha + \frac{x_i^0}{f} \sin \alpha \right).$$

Если принять $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, а $B_Y \neq 0$,

$$\begin{aligned} X_i &= \frac{B}{\rho_i} \left(\sin \varphi - \frac{x_i^0}{f} \cos \varphi \right) x_i; \\ Y_i &= \frac{B}{\rho_i} \left(\sin \varphi - \frac{x_i^0}{f} \cos \varphi \right) f; \\ Z_i &= \frac{B}{\rho_i} \left(\sin \varphi - \frac{x_i^0}{f} \cos \varphi \right) z_i, \end{aligned} \quad (8)$$

где φ — горизонтальный угол между направлением оптической оси и базисом фотографирования (угол наклона).

I.16. Переход от координат точек в одной из фотограмметрических систем к геодезическим координатам осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned} X_{iL} &= X_{sL} + Y_i \cos \alpha_0 - X_i \sin \alpha_0; \\ Y_{iL} &= Y_{sL} + Y_i \sin \alpha_0 + X_i \cos \alpha_0; \\ Z_{iL} &= Z_{sL} + Z_i + (k + r), \end{aligned} \quad (9)$$

где X_{sL}, Y_{sL}, Z_{sL} — геодезические координаты левого центра фотографирования;

α_0 — дирекционный угол оптической оси левого снимка;

$k + r$ — поправка на кривизну Земли и рефракцию.

Если фотограмметрические координаты получены в базисной системе, то в геодезические их преобразуют по формулам:

$$\begin{aligned} X_{iL} &= X_{sL} + X_i \cos \alpha_B - Y_i \sin \alpha_B; \\ Y_{iL} &= Y_{sL} - X_i \sin \alpha_B + Y_i \cos \alpha_B. \end{aligned} \quad (10)$$

где α_B — дирекционный угол базиса фотографирования.

I.17. Если ЭВУ снимков известны приблизительно, то их находят аналитическим методом путем построения модели, геодезически ориентированной по опорным точкам. При этом используют зависимости общего

случая съемки, в построение модели выполняют на основе совместного ориентирования левой и правой снимков проецирующих лучей. Наиболее строгой схемой аналитического определения ЭВО снимков и построения модели является схема, основанная на совместном решении линеаризованных уравнений коллинеарности и компланарности соответствующих проецирующих лучей левой и правой съемок.

Уравнения коллинеарности для опорных точек, изображенных на снимках, в матричной записи имеют вид:

$$D_x = \begin{vmatrix} X_i^1 & \Delta X_i \\ Y_i^1 & \Delta Y_i \end{vmatrix} = 0; \quad D_Y = \begin{vmatrix} Z_i & \Delta Z_i \\ Y_i^1 & \Delta Y_i \end{vmatrix} = 0, \quad (11)$$

где $\Delta X_i = X_i - X_s$ — разности пространственных координат опорной точки и центра фотографирования в фотограмметрической системе координат.
 $\Delta Y_i = Y_i - Y_s$
 $\Delta Z_i = Z_i - Z_s$

Уравнение компланарности для точек в этой же системе координат имеет в матричной записи вид:

$$V = \begin{vmatrix} B_x & B_Y & B_z \\ X_i^1 & Y_i^1 & Z_i^1 \\ X_i'' & Y_i'' & Z_i'' \end{vmatrix} = 0, \quad (12)$$

где $B_x = X_{s_n} - X_{s_n}$; $B_Y = Y_{s_n} - Y_{s_n}$; $B_z = Z_{s_n} - Z_{s_n}$.

Уравнения (11) и (12) содержат общие неизвестные — 12 линейных и угловых ЭВО левого и правого снимков.

Каждая опорная точка, изображенная на обоих снимках, позволяет составить по четыре уравнения вида (11) и одно уравнение вида (12).

Таким образом, для определения 12 неизвестных ЭВО необходимо иметь не менее трех общих опорных точек, позволяющих составить 15 уравнений. Уравнения (11) и (12) нелинейны относительно неизвестных, поэтому их решают методом функциональной итерации (метод Ньютона). Для этого необходимо исходные уравнения привести к линейному виду, используя ряд Тейлора и ограничиваясь членами первого порядка.

Уравнения в поправках относительно приближенно заданных значений неизвестных ЭВО имеют вид:

$$\begin{aligned} a_i^1 \delta X_s + b_i^1 \delta Y_s + c_i^1 \delta Z_s + d_i^1 \delta \alpha + e_i^1 \delta \omega + f_i^1 \delta \kappa + \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 + D_x^0 = v_x, \\ a_i'' \delta X_s + b_i'' \delta Y_s + c_i'' \delta Z_s + d_i'' \delta \alpha + e_i'' \delta \omega + f_i'' \delta \kappa + \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 + D_Y^0 = v_Y; \\ A_i \delta X_s + B_i \delta Y_s + C_i \delta Z_s + D_i \delta \alpha + E_i \delta \omega + F_i \delta \kappa + \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned}
& + A_i^1 \delta x_i^1 + B_i^1 \delta y_i^1 + C_i^1 \delta z_i^1 + D_i^1 \delta \alpha^1 + E_i^1 \delta \omega^1 + F_i^1 \delta \kappa^1 + V_q^0 = v_q; \\
& \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 + \\
& + \bar{a}_i^1 \delta x_i^1 + \bar{b}_i^1 \delta y_i^1 + \bar{c}_i^1 \delta z_i^1 + \bar{d}_i^1 \delta \alpha^1 + \bar{e}_i^1 \delta \omega^1 + \bar{f}_i^1 \delta \kappa^1 + \bar{D}_i^0 = \bar{v}_x; \quad (18) \\
& \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 + \\
& \bar{a}_i^1 \delta x_i^1 + \bar{b}_i^1 \delta y_i^1 + \bar{c}_i^1 \delta z_i^1 + \bar{d}_i^1 \delta \alpha^1 + \bar{e}_i^1 \delta \omega^1 + \bar{f}_i^1 \delta \kappa^1 + \bar{D}_i^0 = \bar{v}_y
\end{aligned}$$

Коэффициенты этих уравнений находят по приближенно заданным значениям ЭВО и измеренным координатам точек снимка в соответствии с зависимостями:

$$a_i^1 = Y_i^1; \quad b_i^1 = X_i^1; \quad c_i^1 = 0; \quad a_i^0 = 0; \quad b_i^0 = Z_i^1; \quad c_i^0 = -Y_i^1;$$

$$d_i^1 = \begin{vmatrix} Y_i^1 & \Delta X_i \\ -X_i^1 & \Delta Y_i \end{vmatrix}; \quad d_i^0 = \begin{vmatrix} 0 & \Delta Z_i \\ -X_i^1 & \Delta Y_i \end{vmatrix};$$

$$e_i^1 = \begin{vmatrix} \bar{X}_i^1 & \Delta X_i \\ \bar{Y}_i^1 & \Delta Y_i \end{vmatrix}; \quad e_i^0 = \begin{vmatrix} \bar{Z}_i^1 & \Delta Z_i \\ \bar{Y}_i^1 & \Delta Y_i \end{vmatrix}; \quad (14)$$

$$f_i^1 = \begin{vmatrix} A_i^* & \Delta X_i \\ B_i^* & \Delta Y_i \end{vmatrix}; \quad f_i^0 = \begin{vmatrix} C_i^* & \Delta Z_i \\ B_i^* & \Delta Y_i \end{vmatrix},$$

Здесь $\bar{X}_i^1 = \bar{a}_1 x_i + \bar{a}_2 f + \bar{a}_3 z_i$; $\bar{Y}_i^1 = \bar{b}_1 x_i + \bar{b}_2 f + \bar{b}_3 z_i$; $\bar{Z}_i^1 = \bar{c}_1 x_i + \bar{c}_2 f + \bar{c}_3 z_i$,
и элементы преобразований $\bar{a}_{1,2,3}$; $\bar{b}_{1,2,3}$; $\bar{c}_{1,2,3}$ получают по приближенно заданным угловым ЭВО:

$$\begin{aligned}
\bar{a}_1 &= -\sin \alpha \cos \omega \sin \kappa; & \bar{b}_1 &= -\cos \alpha \cos \omega \sin \kappa; & \bar{c}_1 &= -\sin \omega \sin \kappa; \\
\bar{a}_2 &= -\sin \alpha \sin \omega; & \bar{b}_2 &= -\cos \alpha \sin \omega; & \bar{c}_2 &= -\cos \omega; \\
\bar{a}_3 &= -\sin \alpha \cos \omega \cos \kappa; & \bar{b}_3 &= -\cos \alpha \cos \omega \cos \kappa; & \bar{c}_3 &= -\sin \omega \cos \kappa; \\
A_i &= a_3 x_i - a_1 z_i; & B_i^* &= b_3 x_i - b_1 z_i; & C_i^* &= c_3 x_i - c_1 z_i
\end{aligned} \quad (15)$$

Во всех выражениях x_i, z_i — измеренные плоские координаты опорных точек на снимке

$$A_i = \begin{vmatrix} Y_i' & Z_i' \\ Y_i'' & Z_i'' \end{vmatrix}; \quad B_i = \begin{vmatrix} X_i' & Z_i' \\ X_i'' & Z_i'' \end{vmatrix}; \quad C_i = \begin{vmatrix} X_i' & Y_i' \\ X_i'' & Y_i'' \end{vmatrix};$$

$$D_i = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ Y_i' & X_i' & 0 \\ X_i'' & Y_i'' & Z_i'' \end{vmatrix}; \quad E_i = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ \bar{X}_i' & \bar{Y}_i' & \bar{Z}_i' \\ X_i' & Y_i' & Z_i' \end{vmatrix}; \quad F_i = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ A_i' & B_i' & C_i' \\ X_i' & Y_i' & Z_i' \end{vmatrix};$$

$$A_i' = -A_i; \quad B_i' = -B_i; \quad C_i' = -C_i; \quad (15)$$

$$D_i' = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X_i' & Y_i' & Z_i' \\ Y_i'' & X_i'' & 0 \end{vmatrix}; \quad E_i'' = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X_i' & Y_i' & Z_i' \\ \bar{X}_i'' & \bar{Y}_i'' & \bar{Z}_i'' \end{vmatrix}; \quad F_i' = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X_i' & Y_i' & Z_i' \\ A_i'' & B_i'' & C_i'' \end{vmatrix};$$

Свободные члены уравнений (18) D_x^0 , D_y^0 , V_q^0 находят по формулам (11) и (12) по приближенно заданным значениям угловых и линейных УВО левого и правого снимков.

Общее число уравнений погрешностей вида (18) зависит от числа опорных и ориентирующих точек, схема расположения которых на площади стереопары должна отвечать известным геометрическим условиям.

Рекомендуемые схемы расположения опорных точек при аналитическом ориентировании снимков приведены на рис. 6.

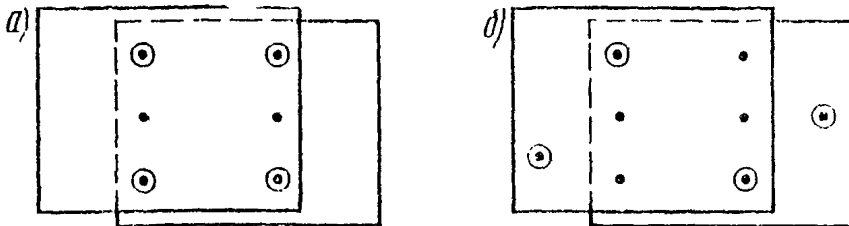


Рис. 6

Систему уравнений погрешности (18) решают по способу наименьших квадратов с оценкой величины поправок в определяемые параметры и точности решения.

Задачу в целом решают методом последовательных приближений и в результате находят поправки в приближенные значения УВО снимков стереопары (см. приложение 18).

Координаты точек местности в фотограмметрической системе получают в соответствии с выражениями (1).

От геодезических координат опорных точек в фотограмметрическую систему и обратно переходит на основе приближенно заданного дирек-

ционного угла оптической оси левого снимка в соответствии с выражениями (10).

В связи с большим объемом вычислений аналитическое ориентирование снимков и определение координат точек по изложенной схеме целесообразно выполнять с использованием ЭВМ с объемом оперативной памяти не менее 1024 слов.

П о г р е ш н о с т и н а в з е м н о й о т е р е о ф о т о с ъ е м к и

1.18. Источниками погрешностей при наземной стереофото съемке являются:

- а) неточное значение элементов внутреннего ориентирования съёмочной камеры;
- б) физические ошибки снимка (дисторсия съёмочного объектива, неплоскостность светочувствительного слоя и его деформация при обработке);
- в) несоответствие установленных ВВО камеры заданным;
- г) ошибки измерения базиса и координат контрольных точек;
- д) ошибки измерения снимков;
- е) инструментальные ошибки приборов и метода обработки результатов измерений.

1.19. Влияние ошибок в элементах внутреннего ориентирования камеры на координаты точек снимка выражается зависимостями:

$$b_x = \frac{1}{f} \delta f - \frac{x_0^2}{f^2} \Delta_0,$$

$$b_z = \frac{z_0}{f} \delta f + z_0 \frac{x_0^2}{f^2} \Delta_0;$$

$$b_p = \frac{p}{f} \delta f - \frac{x_h^2 - x_h^2}{f^2} \Delta_0,$$

где δf — погрешность принятого значения фокусного расстояния камеры

x_0, z_0 — координаты главной точки снимка.

Для того чтобы влияние ошибок элементов внутреннего ориентирования соответствовало точности стереофотограмметрических измерений, эти элементы должны быть известны с предельными ошибками:

при $f = 200$ $\delta f \leq \pm 0,08$ мм; $x_0 \leq \pm 0,05$ мм; $z_0 \leq \pm 0,02$ мм;

при $f = 100$ $\delta f \leq \pm 0,01$ мм; $x_0 \leq \pm 0,02$ мм; $z_0 \leq \pm 0,01$ мм.

1.20. Физические ошибки снимков при использовании современных фототермоустойчивых камер и специальных шлифованных фотопластинок могут быть сведены к величинам, лежащим за пределами точности измерения снимков в фотограмметрических приборах.

Однако в реальных условиях при использовании обычных фотопластинок ошибки в положении точек снимка за счет неплоскостности светочувствительного слоя могут быть достаточно велики. Поэтому при повышенных требованиях к точности определения координат точек местности путем взаимной стереофото съемки необходимо проводить специальные исследования плоскостности фотопластинок.

1.21. Ошибки определения координат точек местности при ориентированной стереофото съемке связаны прежде всего с ошибками устанавливаемых при фотографировании элементов внешнего ориентирования. Эти ошибки носят систематический характер и для нормального случая съемки выражаются следующими формулами:

$$\Delta X = (f + \frac{x^2}{f}) \delta \alpha - \frac{xz}{f} \delta \omega + z \delta \kappa; \quad (16)$$

$$\Delta Z = \frac{xz}{f} \delta \alpha - (f + \frac{x^2}{f}) \delta \omega - x \delta \kappa;$$

$$\Delta p = f \delta \alpha + \frac{x_A^2 \delta \alpha_A - x_B^2 \delta \alpha_B}{f} - \frac{z}{f} (x_A \delta \omega_A - x_B \delta \omega_B) + z \delta \kappa.$$

Для того чтобы ошибки в положении точек снимков из-за неточного углового ориентирования камеры в процессе съемки были бы одного порядка с точностью измерения снимков, необходимо, чтобы ошибки ориентирования не превосходили следующих величин:

$$\delta \alpha \leq \pm 30''; \quad \delta \Delta \alpha(\gamma) \leq \pm 5''; \quad \delta \omega \leq 10''.$$

Относительные погрешности измерения величины базиса съемки вызывают соответствующие ошибки в координатах точек местности

$$\frac{m_B}{B} = \frac{m_X}{X} = \frac{m_Y}{Y} = \frac{m_Z}{Z}$$

Относительные ошибки измерения базиса обычно не превышают 1/3000.

1.22. Ошибки измерения координат точек снимков приводят к случайным ошибкам в положении точек местности, которые можно рассчитать по приближенным формулам:

$$\begin{aligned} M_{x_i} &= \mu t_i \sqrt{1 + Q_x^2}; \\ M_{y_i} &= \mu t_i \sqrt{1 + Q_y^2}; \\ M_{z_i} &= \mu t_i \sqrt{1 + Q_z^2}. \end{aligned} \quad (17)$$

Здесь μ — средняя квадратическая ошибка измерения координат и параллаксов;

$t_i = \frac{Y_i}{f}$ — знаменатель масштаба изображения на снимке;

$$Q_x = \frac{X_i}{B}; \quad Q_y = \frac{Y_i}{B}; \quad Q_z = \frac{Z_i}{B}$$

Выражения (17) удобно использовать для расчета ожидаемых ошибок в положении точек на Участке съемки при рекогносцировочных работах на исследуемом объекте с использованием специального рекогносцировочного планшета (приложение 6).

1.28. Точность построения модели и определения координат точек местности при неориентированной стереофотосъемке, когда угловые и линейные ЭВО известны приблизительно связана не только с точностью измерения и идентификации опорных точек, используемых для нахождения неизвестных ЭВО, но и со схемой расположения опорных точек, т.е. с геометрией обратной фотограмметрической засечки.

Для расчета ожидаемых ошибок определения ЭВО и координат точек местности в этом случае целесообразно использовать численный метод, с использованием получаемых при решении уравнений (19) весовых коэффициентов. При этом ошибки в значениях ЭВО получают из выражений вида

$$m_i = \mu \sqrt{Q_{ii}},$$

где μ — ошибка измерения координат;

Q_{ii} — весовой коэффициент, соответствующий определенному параметру

2. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ВЫПОЛНЕНИЯ НАЗЕМНОЙ СТЕРЕО- ФОТОСЪЕМКИ

2.1. Для определения возможности и целесообразности наземной стереофотоъемки при решении конкретных задач, связанных с поисками трассы и сооружений на ней, необходимо предварительно ознакомиться с районом работ по имеющемуся картографическому и аэрофотоъемочному материалам.

2.2. Основными объектами наземной стереофотоъемки при поисках новых железных и автомобильных дорог являются:

а) незалесенные или малозалесенные склоны с углами наклона более $20-25^{\circ}$;

б) скальные прижимы и осыпи;

в) обвалоопасные и оползневые участки.

Выделение этих участков производится, как правило, на основе изучения аэрофотоъемочных материалов по трассе.

Если протяжение и площадь участка съемки менее 1 км^2 , то рабочий проект съемки — размещение базисов и съемочных станций — составляют на основе полевой рекогносцировки участка.

При съемке протяженных косогоров и значительных участков территории в горных районах составляют предварительный проект съемки, а после полевой рекогносцировки — рабочий проект.

2.3. Для составления предварительного проекта съемки используют имеющиеся на изучаемый район картографические материалы масштаба $1:25\,000$ и крупнее на которых намечают схему размещения съемочных базисов, учитывая охват всего снимаемого участка и минимума работ по привязке станций и контрольных точек.

При наличии на район изысканий аэроснимков масштаба $1:10\,000$ — $1:40\,000$ для составления проекта съемки могут быть использованы маршрутные фотосхемы, составленные из контактных или увеличенных аэро-снимков.

2.4. Для обеспечения съемки участка с минимумом "мертвых" зон и наименьшим числом станций базис следует размещать следующим образом:

— перпендикулярно направлению ската, что позволяет полнее отобразить особенности рельефа снимаемого участка и уменьшить количество "мертвых" зон;

— нормально к направлению скатов, чтобы обеспечить на снимках изображение тальвега;

— на возвышенных местах, так как количество "мертвых" пространств уменьшается с увеличением относительной высоты стояния фототехники.

2.5. При расчете длины базиса и максимальных отстояний необходимо учитывать метод составления плана. Так, в случае оптико-механи-

ческого способа обработки снимков (стереоавтограф, стереопланиграф) составление плана определенного масштаба может быть выполнено, если вычисления отстояний Y и базисов B не будут превышать в масштабе плана величины, указанных в табл. I.

Т а б л и ц а I

название прибора	Y_{\max} , мм	B_{\max} , мм	f_z , мм
Стереоавтограф И818	800	120	20
Стереопланиграф	1100	740	180
Стересметрограф	1500	700	140

2.6. Крайние точки базисов желательно располагать на одинаковых высотах; при невозможности выполнения этого условия допускают превышения концов базисов не более $B_{znp} \leq 0,3B$.

При использовании грифомеханического способа для составления плана при расчете B_{znp} следует руководствоваться данными табл. I.

2.7. Расстояние от съемочной станции до дальней границы снимаемого участка не должно (при $f_k = 200$ мм) превышать для планов масштаба I:500 - 600-700; I:1000 - 1000-1200; I:2000 - 2500; I:5000 - 4000 - 5000 м.

При этих расстояниях длину базиса рассчитывают из условий обеспечения требуемой точности получения координат на дальнем плане и возможности стереоскопической обработки переднего плана намеченного для съемки участка местности.

Минимальную длину базиса фотографирования при $f_k = 200$ мм, $m_p = \pm 0,01$ мм и допустимых ошибках в положении точек $\pm 0,4$ мм в масштабе плана определяют по формуле

$$B_{\min} \geq \frac{Y_{\max}}{7i_{\text{пл}}},$$

где i - знаменатель масштаба составляемого плана.

Расстояние до ближней границы участка съемки, который при выбранном значении базиса может быть обработан стереоскопически

$$Y_{\min} = 4B.$$

2.8. Положение съемочных точек и направление базисов должно обеспечивать фотографирование заданного участка съемки без разрывов с перекрытием между соседними секторами съемки по переднему плану не менее 20%.

Для определения границ съемки используют вычерченные на восковой или целлулоиде полетки, соответствующие нормальному и равноотклоненному случаям съемки с четкой и прямой точкой фотографирования (рис. 7).

При этом угол λ равен половине горизонтального угла обзора объекта фотокамеры

где $\lambda = \frac{\epsilon}{2\tau}$,
 ϵ — горизонтальный размер кадра (при $\tau_k = 200$ мм, $\lambda \sim 22^\circ$).

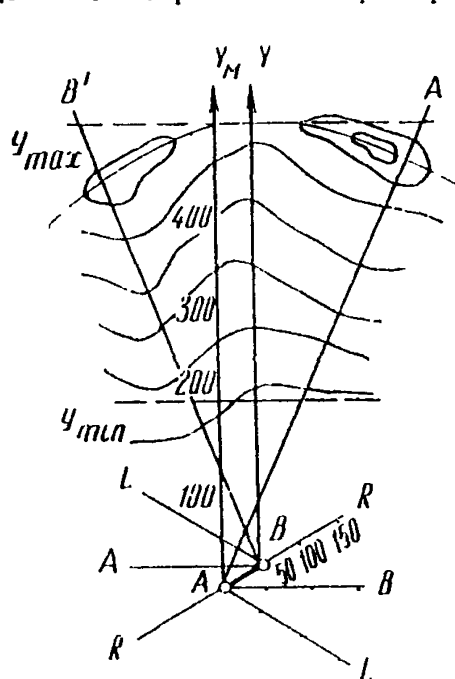


Рис. 7

На палетках прочерчивают правую и левую границы съемки, направления нормальных и отклоненных базисов, а также шкалы расстояний в масштабе основы. Совместив палетки таким образом, чтобы направления базисов, соответствующие нормальному или отклоненному случаю, совпали, а значение базиса было равно выбранному, определяют наилучшее положение базиса и границы съемки.

При съемке протяженных косогоров проектируют в основную съемку при нормальном положении оси камеры, а направление базиса должно быть примерно параллельно направлению простирания склона. При резком изменении направления простирания склона применяют и равноотклоненные случаи съемки.

2.9. Выбранные положения базисов и границы съемки последовательно наносят на плановую основу, на которой подписывают вид съемки и каждого базиса, длину и номер.

Например, № 12, что означает базис № 12, длины — 60 м, виды съемки — нормальная, скос влево, скос вправо. Угол скоса (отклонение осей съемки от нормали) обычно выбирают стандартным — 91° .

2.10. Для определения вертикального захвата местности с выбранных точек съемки строят палетку на миллиметровке в удобном масштабе (рис. 8), на которой по горизонтали откладывают расстояния, а по вертикали — превышения. Из точки О проводят границы вертикального захвата местности, соответствующие при предельных перемещениях объектива "фото" $19/1318$ углу наклона — 29° и углу возвышения $+25^\circ$. Определив затем превышения относительно точки фотографирования верхней и нижней точек участка съемки, наносят по расстояниям их на палетку. Если они попадают в сектор вертикального захвата, то с выбранной точки мест-

и этот участок может быть сфотографирован.

2.11. Схему геодезической привязки базисных и контрольных точек составляют в зависимости от методики последующей камеральной обработки.

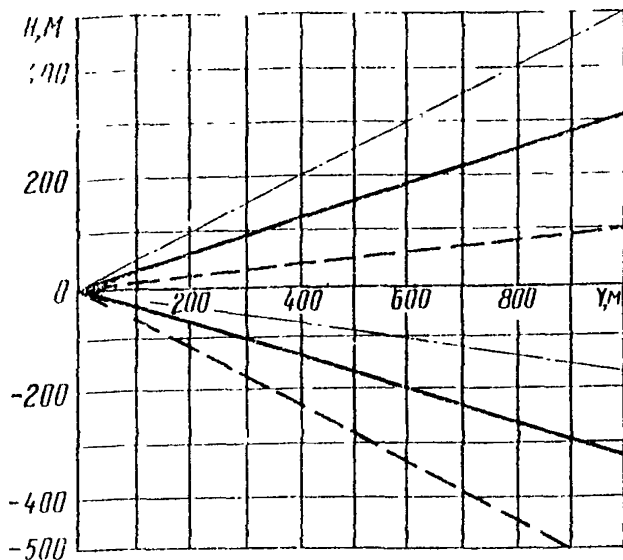


Рис. 8

— · — — — объектив вверху;
 ————— в центре;
 - - - - - внизу

Если обработку намечают производить только оптико-механическим путем, то необходимо из геодезических измерений определить координаты и отметки всех левых базисных точек, взять базисы и привязать не менее одной контрольной точки на дальнем плане стереопары.

При съемке протяженных косогоров и труднодоступных скальных прижимов целесообразно взамен сплошной геодезической привязки стереопар

и базисов использовать фотограмметрический метод аналитического построения опорной сети.

Протяжение фотограмметрической сети между точками геодезической опоры может составлять в этом случае 7-8 стереопар.

2.12. Схему геодезической привязки проектируют с обеспечением точности определения координат контрольных и базисных точек, регламентируемой инструкциями по топоъемкам в соответствующем масштабе для точек съемочного обоснования или специальными техническими условиями. Геодезическую привязку базисов и контрольных пунктов осуществляют засечками с точек магистрального хода, прокладываемого в районе проектируемой трассы (рис. 9, а).

Если этот участок труднодоступен и магистральный ход прокладывать нецелесообразно или невозможно, то для геодезического обоснования съемки строят аналитическую сеть, опирающуюся на крайние точки магистрального хода на концах участка (рис. 9, б). В этом случае аналитическую проектируют таким образом, чтобы по возможности пункты сети совпадали с базисными или контрольными точками. Схему

геодезической привязки состоящий в расчете определении координат и отметок одной из точек каждого базиса (предпочтительно левой).

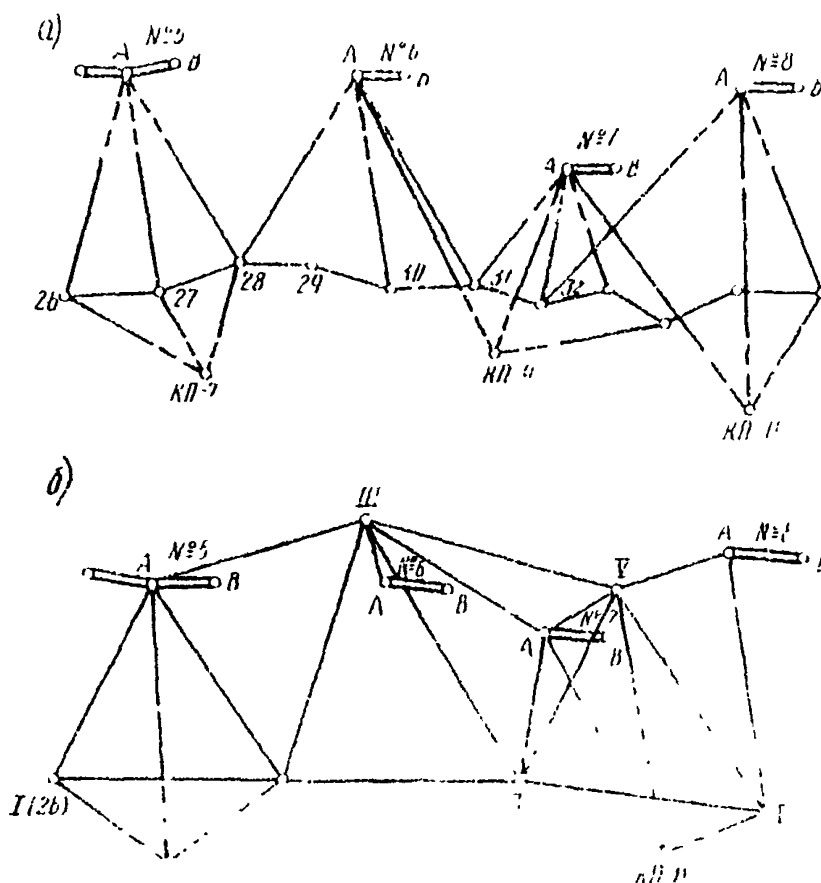


Рис. 9

Привязку контрольных точек осуществляют приемами засечками с нескольких базисных точек, координаты которых определены точно.

При разреженной геодезической привязке участка съемки определяют координаты контрольных точек на крайних стереопарах и, кроме того, дирекционные углы всех базисов фотографирований.

2.18. В некоторых случаях при повышенных требованиях к точности определения координат точек местности, например, при изучении оползневых явлений конвергентную съемку участка проектируют с увеличенными базисов. Применение конвергентной съемки обеспечивает увеличение углов засечки при определяемых точках, которые в обычных условиях при

нормальном случае съемки камерами с $f = 200$ мм не превышают 16° . При конвергентной съемке за счет увеличения базиса фотографирования углы базиса могут быть увеличены до $40-50^\circ$, что при одинаковой точности измерения координат точек снимка приводит к повышению точности определения координат точек местности в 2 - 2,5 раза.

Проект съемки таких участков с использованием конвергентной съемки составляют на основе полевой рекогносцировки, в процессе которой намечают съемочные точки и направления оси камеры относительно базиса.

2.14. Проект крупномасштабной съемки плоских участков местности (железнодорожных станций, промышленных площадок и других территорий со сложной ситуацией и затрудненными условиями непосредственных измерений) составляют, как правило, после полевой рекогносцировки.

Аппаратура и оборудование для съемки и его подготовка

2.15. Фототеодолитная партия должна иметь следующие инструменты и оборудование:

- фототеодолитный комплект ("Photo 19/1918", "Tal"), фотокамера которого должна быть оборудована затвором с диапазоном экспозиций в пределах 1:25 - 1:100 сек или универсальную фотокамеру "УМК-10/1918";

- любительский фотоаппарат типа "Фед" или "Москва";
- теодолит с точностью отсчета по горизонтальному и вертикальному кругам не грубее $10''$;

- технический нивелир с комплектом реек;
- экспонометр;
- стальную рулетку длиной 20-50 м и теоряную рулетку длиной 2 м;
- топографический зонт;
- шанцевый инструмент (лопаты, молоток и т.п.);
- бинокли;
- эскер;
- рекогносцировочную призму или планшет;
- комплект из 20-30 металлических и бумажных марок различной окраски для маркирования опорных и других точек и элементов на участке съемки;

- стандартный комплект полевого фотолабораторного оборудования, включая фотореактивы (приложение 5);

- фототеодолитные пластинки чувствительностью не более 6 ед.

Госта (или съемки с неподвижных опор) или высокочувствительные (до 25 ед. пластинки "Изоброто" при съемке с подвижных опор). Необходи-

мое для съемки количество фотопластинок определяют по предварительному проекту съемки;

- полевые журналы, бланки, кальку, бумагу и другие канцелярские принадлежности;
- стереоскоп.

2.16. Фототеодолиты, применяемые при стереофото съемке, должны обеспечивать постоянство элементов внутреннего и, при фотографировании с твердой опоры, внешнего ориентирования в процессе съемки с ошибками, не превышающими величин, приведенных в табл.2.

Все оборудование должно быть тщательно осмотрено для выявления и устранения возможных неисправностей и после проведения рабочих проверок и юстировок (см.приложение I) приведено в рабочее состояние и подготовлено к транспортировке.

Т а б л и ц а 2

Элементы ориентирования	Допустимые значения ошибок ориентирования фотокамеры с фокусным расстоянием	
	100 мм	200 мм
Фокусное расстояние камеры	$\pm 0,01$ мм	$\pm 0,08$ мм
Положение главной точки	$\pm 0,02$ мм	$\pm 0,15$ мм
	$\pm 0,01$ м	$\pm 0,02$ мм
Угол скоса	± 20 сек	± 10 сек
Угол конвергенции	± 5 сек	± 5 сек
Угол наклона оптической оси	± 20 сек	± 14 сек
Угол поворота фотопластины	± 20 сек	± 10 сек

Ш. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

3.1. Полевые работы, выполняемые фототеодолитной партией, состоящей из двух - трех ИТР и четырех - пяти рабочих, включают следующие процессы:

- разведку участка и составления рабочего проекта съемки;
- закрепление контрольных и съемочных точек и проведение работ по определению их геодезических координат;
- маркировку контрольных точек и отдельных элементов с туации;
- фотографирование;
- фотолaborаторные работы и анализ полученных негативов;
- топографическое и инженерное дешифрирование снимков.

Реконгносцировка участков съемки

3.2. Методом реконгносцировки является определение на местности наиболее полного и удобного положения фототеодолитных станций, контрольных пунктов, опорных точек и схем их геодезической привязки к существующей геодезической сети или к точкам магистрального хода, проложенной в районе проектируемой трассы.

В результате реконгносцировки должен быть составлен рабочий проект размещения и геодезической привязки базисных, контрольных и опорных точек.

3.3. При выборе фототеодолитных станций и определении границ съемки удобно пользоваться фотоаппаратами типов "Фед" или "Москва", имеющими тот же фотографический захват, что и фототеодолит "Photo 19/1818" с $f_k = 200$ мм. Реконгносцировку выполняют инженер-фотограмметрист и два рабочих.

3.4. Реконгносцировку косогорного участка местности следует начинать с общего осмотра участка съемки с господствующих высот и проверки правильности составления предварительного проекта размещения фототеодолитных станций. При необходимости положение фототеодолитных станций, намеченное в предварительном проекте, изменяют в соответствии с выявленными на местности условиями.

В результате общего изучения местности уточняют возможность создания разреженного геодезического обоснования съемки, зоны размещения фототеодолитных станций с учетом фотосъемки участка без фотограмметрических разрывов и минимального количества "мертвых" прострелов.

3.5. После общего изучения местности выполняют детальную реконгносцировку, целью которой является выбор схемы съемки и окончательного положения фототеодолитных станций, определения границ секторов съемки с каждого базиса и положение контрольных и дополнительных точек геодезического обоснования. При этом необходимо выполнить следующие условия:

1. Точки стояния фототеодолита должны быть удобны для установки штатива и работы наблюдателя.

2. Горизонтальные и вертикальные секторы охвата не должны закрываться близрасположенными предметами (деревьями, строениями, складами рельефа и т.п.).

3. Угол наклона базиса должен быть по возможности минимальным и не превышать 10° при последующей обработке снимков на стереоавтографе и 15° при использовании стереокомпаратора.

4. Между базисными точками должна быть хорошая видимость со штативов, причем визирный луч должен проходить не ближе 0,5 м от поверхности и зенит или меридиан предметов.

5. Привязка левой точки основы к опорной геодезической сети или к точкам магистрального хода должна обеспечиваться простым и удобным способом.

6. В случае разрыва между периодом съемки и геодезической привязкой пунктов расположения базисных точек должно обеспечиваться длительную сохранность закрепленных центров.

Если с базиса невыгодно производить съемку при нормальном положении оптических осей, в таком случае необходимо увеличить площадь съемки, то определяют границы ее при скосах оптической оси влево или вправо. Угол скоса (φ) обычно выбирают стандартным — $31^{\circ}30'$.

В этом случае для определения направления оптической оси отклоняют от направления базиса угол — $90^{\circ} + \varphi$ (на левой точке) и $90^{\circ} - \varphi$ (на правой точке).

Уточненные на местности положения базисов и секторов съемки наносят на основу, на которой составляли предварительный проект (карту или фотосхему из аэрофотоснимков), где намечают выбранные в результате полевой рекогносцировки виды съемки и, в зависимости от величины вертикального захвата, положение объектива по вертикали в момент съемки.

Выбор местоположения базисов производят последовательно с расчетом обеспечения перекрытия между границами съемки смежных стереопар порядка 20%, по ближайшему плану снимаемого участка.

3.6. для уточнения секторов съемки и условий фотографирования объекта в процессе полевой рекогносцировки целесообразно использовать рекогносцировочную призму или рекогносцировочный планшет (приложение 6) с фотографированием участка фотокамерами типа "Фед" ($f = 36$ мм) или "Москва" ($f = 110$ мм).

После проявления экзопонированной пленки изготавливают увеличенные до формата фототеодолитного снимка отпечатки (при $f = 36$ мм примерно в пять раз, а при $f = 110$ мм в два раза). Полученные снимки позволяют проконтролировать правильность составления рабочего проекта съемки, определить зоны перекрытий со смежных базисов, выявить "мертвые" зоны, наметить хорошо изображающиеся на снимках местные предметы, которые можно использовать в качестве контрольных точек и т.п.

3.7. Одновременно с выбором положения базисных точек намечают контрольные пункты для каждого сектора съемки с базисом и схему геодезической привязки базисных и контрольных пунктов.

В качестве контрольных пунктов удобнее всего использовать хорошо заметные местные предметы, выделяющиеся на фоне участка съемки и отчетливо наблюдаемые с обеих базисных точек (строения, опоры линий электропередач и связи, отдельные деревья, выделяющиеся большие камни, характерные скалы и т.п.). При однообразном характере местности намечают зоны, в которых следует установить и замаркировать контрольные точки.

Геодетическое определение базисных и контрольных пунктов проектируют с расчетом использования главным образом прямых, обратных и комбинированных угловых засечек.

Если базисные и контрольные пункты предполагается определять с магистрального хода, проложенного в районе проектируемой трассы, прямыми засечками, то необходимо обеспечить видимость определяемых точек на менее чем с трех точек хода при углах засечки не менее 30° . На оловных, труднодоступных участках, когда проложение магистрального хода нецелесообразно и затруднительно, геодезическое обоснование производят построением системы треугольников.

При этом вершины треугольников желательно совместить с базисными точками.

3.8. Рекогносцировку и составление рабочего проекта съемки протяженных призм и косогоров с разреженным полевым обоснованием производят обычным образом, но при этом более тщательно следят за сохранением перекрытия между смежными моделями. Одновременно с выбором положения базисов намечают схему работ по пространственному ориентированию базисов относительно произвольно принятого начала (например, направление первого базиса, рис.10). Для определения дирекционных углов базисов в принятой системе координат намечают угловой ход, связывающий все базисы и замыкающийся на опорных пунктах по концам участка съемки.

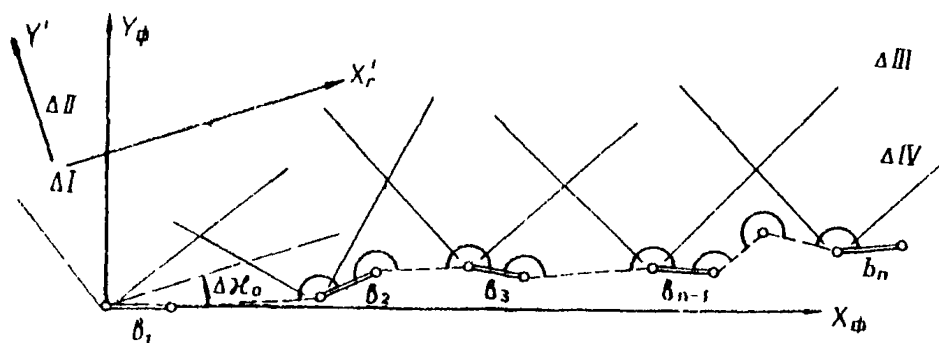


Рис.10

3.9. Особенность рекогносцировки и составления рабочего проекта съемки плоских территорий состоит в том, что в этом случае базисные точки должны располагаться на возвышенных относительно плоскости участка местах. В качестве таких точек можно выбирать местные высокие сооружения, например, прожекторные мачты на железнодорожных станциях или высокие здания, вершины окружающих холмов или борта долины. Если вблизи участка, подлежащего съемке, нет таких высоких точек или

сооружений, то фотографировать можно с автовышки, на которой устанавливается фотокамера.

При съемке плоских территорий, как правило, используют общий или равнонаклонный случаи съемки, а базис фотографирования может быть горизонтальным или вертикальным.

На рис. 11, 12, 13 приведены основные схемы фотографирования при съемке плоских участков местности.

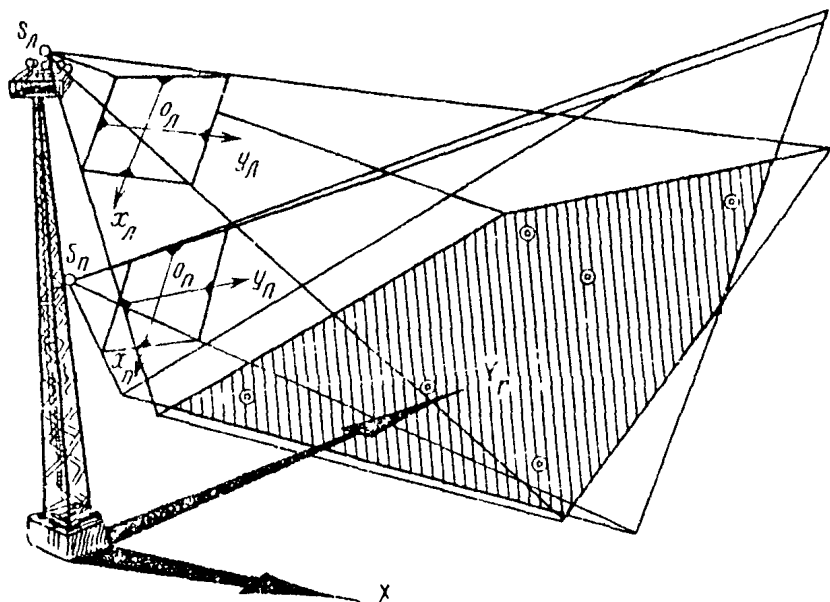


Рис. II

3.10. Положение точек и базисов фотографирования при съемке плоских участков территории выбирают с расчетом съемки при минимуме "мертвых" зон и фотограмметрических разрывов. При этом в случае съемки с высоких сооружений используют вертикальный базис фотографирования (рис. II), а в остальных случаях - горизонтальный при примерно равнонаклоненных осях снимков (рис. 12, 13).

Для определения площади захвата каждой стереопары при рекогносцировке и составлении рабочего проекта съемки обязательно производят фотографирование малоформатными фотоаппаратами и полученные снимки используют для определения зон, в которых должны располагаться опорные точки, необходимые для построения и ориентирования фотограмметрических моделей аналитическим методом.

3.11. При регулярных съемках оползневых участков рекогносцировку и составление проекта размещения базисов производят особенно тщательно,

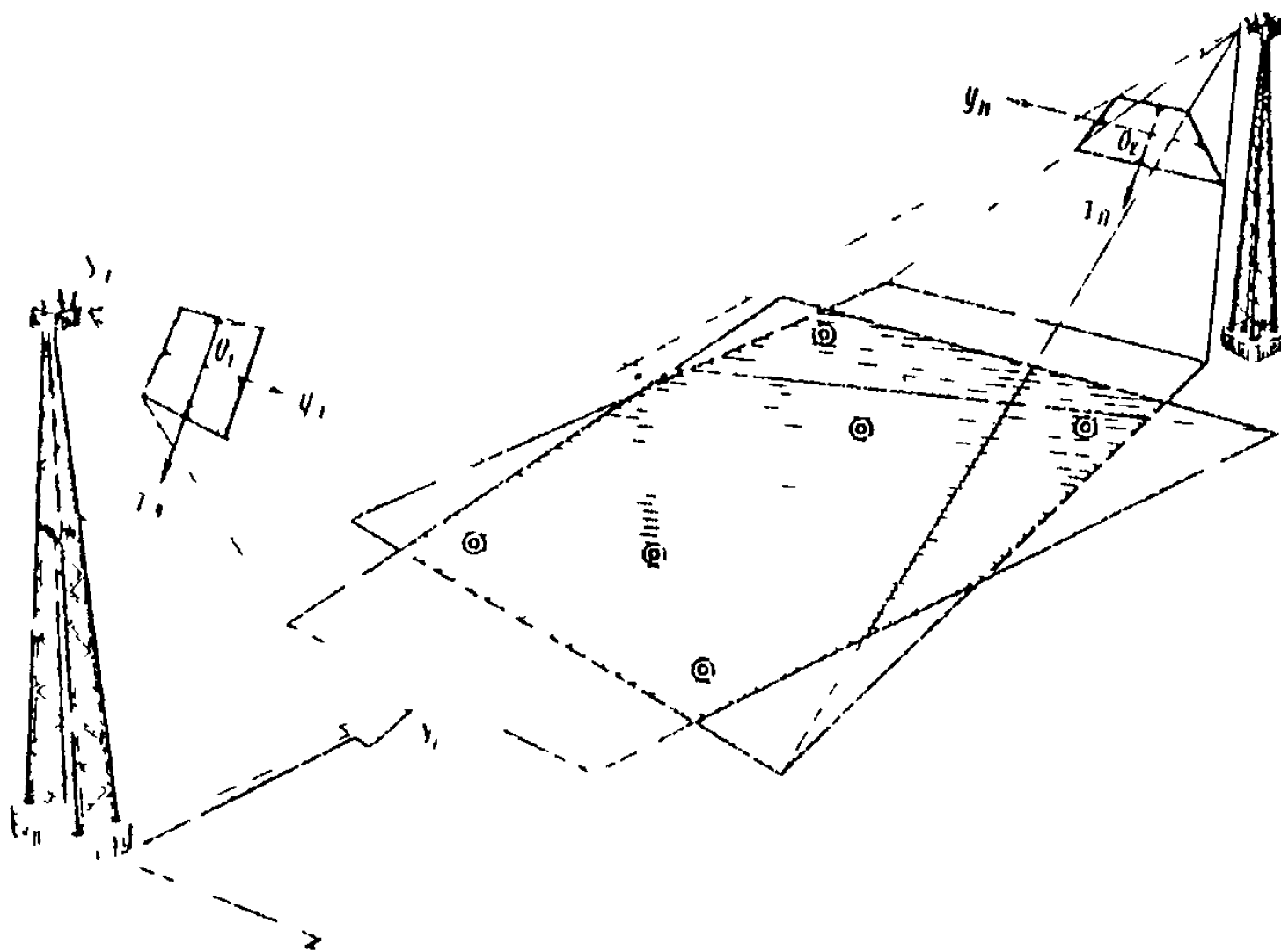


Рис. 12

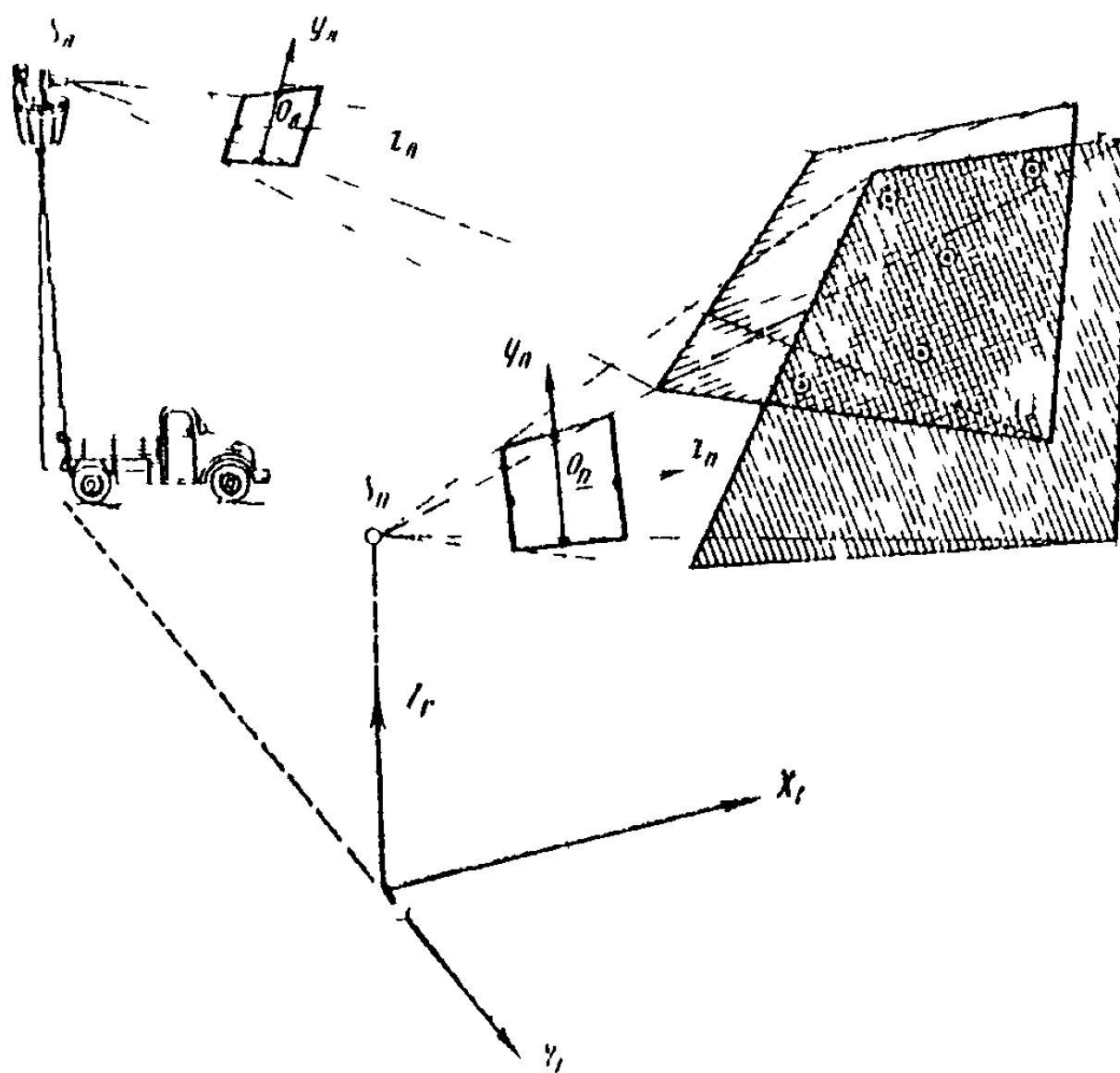


Рис. 12
28

в точки фотографирования закрепляют бетонными столбами с выходящими наружу марками с таким расчетом, чтобы в каждом цикле фотографирования элементы внешнего ориентирования снимков устанавливались с максимальной точностью.

Положение базисных точек выбирают при этом для решения двух задач: составления планов оползневых участков и определения координат марок, заложенных в тело оползня. В первом случае длина базиса и направление съемочных осей должны обеспечивать возможность обработки снимков оптико-механическим способом, а во втором — аналитическим.

Примерная схема съемки оползневой участка, обеспечивающая решение обеих задач приведена на рис. 14.

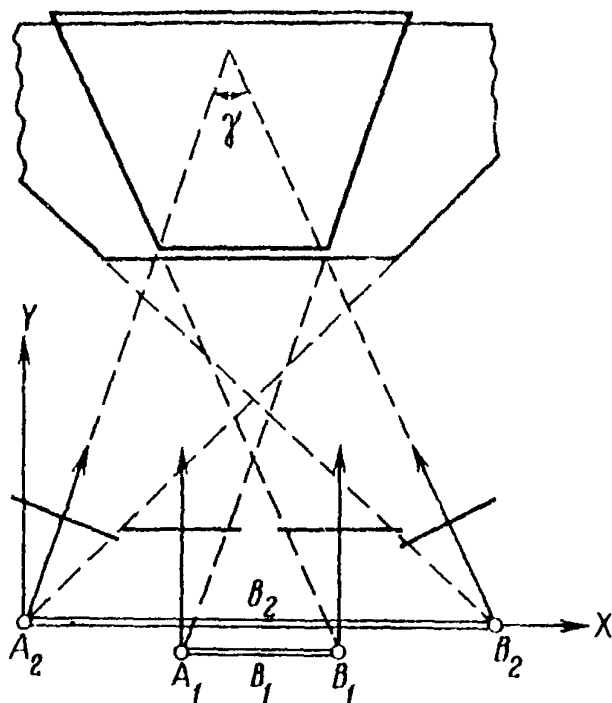


Рис. 14

При рекогносцировке положения базисов для съемки оползневых участков следует использовать рекогносцировочные планшеты и производить съемки малоформатными фотокамерами для тщательной корректировки положения центров фотографирования и направления съемки перед окончательным закреплением концов базисов бетонными столбами.

3.12. Рекогносцировочные работы при использовании взаимной стереофото съемки для привязки

аэрофотоснимков имеют следующие особенности.

1. Рекогносцировку местности и определение положения базисных точек производят с использованием контактных аэрофотоснимков.

2. Секторы съемки должны охватывать только зоны расположения опознаков, необходимых для обоснования аэрофотосъемки, поэтому перекрытия между смежными секторами съемки не требуется.

3. Необходимость в проектировании преимущественного нормального случая съемки отпадает, так как каждая стереопара предназначается для определения в результате измерений лишь нескольких (трех — пяти) точек в зоне расположения опознаков аналитическим методом.

4. Выбранные и закрепленные базисные точки следует опознавать на аэрофотоснимках.

5. Контрольные пункты, координаты которых требуется определить геодезическими работами, специально не намечают. Используют только пункты государственной или опорной сети, попадающие в сектор съемки, а также намечают точки местности, удобные для контроля правильности съемки по методу контрольных направлений.

В результате рекогносцировочных работ составляют рабочий проект фототеодолитной съемки, состоящий из схемы съемки, геодезического обоснования и краткой пояснительной записки.

На схеме съемки показывают:

- положение и нумерацию базисов фотографирования, виды съемки (нормальный, равноотклоненный, наклонный и т.п.);
- границы зон фотографирования с каждого базиса;
- местоположение опорных точек.

В пояснительной записке отражается последовательность съемочных работ и условия съемки с каждого базиса, выявленные в процессе рекогносцировки (характер освещенности, время дня).

Геодезические работы по обоснованию съемки

3.11. Базисные и контрольные точки, а также точки съемочного обоснования закрепляют в процессе рекогносцировки на местности постоянными или временными центрами.

Постоянные центры устанавливают при съемках оползневых участков и подходов к проектируемым тоннелям.

Тип постоянного центра выбирают в зависимости от района работ и необходимого срока сохранности в соответствии с существующими рекомендациями.

Временным центром в обычных условиях может служить деревянный кол длиной 0,5-0,6 м, в верхний срез которого для точного центрирования инструмента вбивается гвоздь.

При твердых и скалистых грунтах в качестве центров следует применять либо заостренные металлические штыри, либо металлические трубы с карпом-меткой для центрирования инструмента.

Рядом с центром устанавливают сторожок с обозначением номера точки и других необходимых сведений. Временным центром в условиях работы на железнодорожной станции или промышленной площадке могут служить костыли, обрезки металлических труб и т.п. Вокруг центра окапывают или выкладывают круг из камней.

3.12. При необходимости контрольные и опорные точки перед съемкой маркируют с помощью фанерных щитов, плотного картона или ткани. В

горных скальных районах маркировку контрольных точек осуществляют выколачиванием туров или нанесением марок определенной формы с помощью масляной краски на скале.

Форма марок может быть произвольной (треугольник, квадрат, круг, крест), но для повышения точности геодезических измерений при определении координат точек необходимо отметить геометрический центр марки, а в специальном журнале записать размеры марки.

Минимальные размеры марок зависят от расстояния между маркой и базисной точкой и должны выбираться такими, чтобы изображение марки на снимке имело размеры не менее 0,12 x 0,004 мм.

Для определения допустимых минимальных размеров марок рекомендуется пользоваться табл. 8, рассчитанной по формуле

$$L = f \frac{Y}{f_k},$$

где L — вертикальный или горизонтальный размер марки в натуре, м;
 f — соответствующий размер изображения марки на снимках, мм;
 Y — расстояние до марки, м;
 f_k — фокусное расстояние камеры, мм (200 мм).

Т а б л и ц а 8

Минимальные размеры марок	Расстояние и						
	50	100	200	400	600	800	1000
Вертикальный	0,03	0,06	0,12	0,25	0,35	0,50	0,60
Горизонтальный	0,01	0,02	0,04	0,08	0,15	0,20	0,20

3.13. Если по условиям организации изыскательских работ в период между фотосъемкой и выполнением геодезических работ предполагается разрыв во времени, то закрашивание и маркировку точек на местности производят особенно тщательно с расчетом обеспечения их сохранности до начала проведения работ по геодезической привязке.

Следует иметь в виду, что при производстве фототопографической съемки путевого развития станции недопустим разрыв во времени между фотосъемкой и выполнением геодезических работ по определению координат замаркированных точек, так как они находятся в зоне интенсивного движения поездов и поэтому неизменность положения марок не может быть обеспечена.

3.14. Геодезические работы по обоснованию съемки выполняют в соответствии с рабочей схемой, составленной в процессе рекогносцировки участка. Независимо от способа определения погрешности в положении базисных и контрольных точек относительно пунктов рабочего обос-

новании или магистрального хода не должны превышать:

в плане - $\pm 0,2$ мм в масштабе составляемого плана;

по высоте - $1/8$ принятого сечения рельефа в равнинном и всхолмленном участках и $1/5$ - в горных районах.

В.15. Способы построения рабочего обоснования можно варьировать в зависимости от характера участка.

При необходимости проложения магистрального хода в районе изыскиваемой трассы удобным способом проложения хода с одновременным определением координат базисных и контрольных точек является способ многократных боковых засечек, предложенный проф. А.И.Дурневим.

Схема съемки по способу боковых засечек с точек магистрального хода показана на рис. 15 и 16.

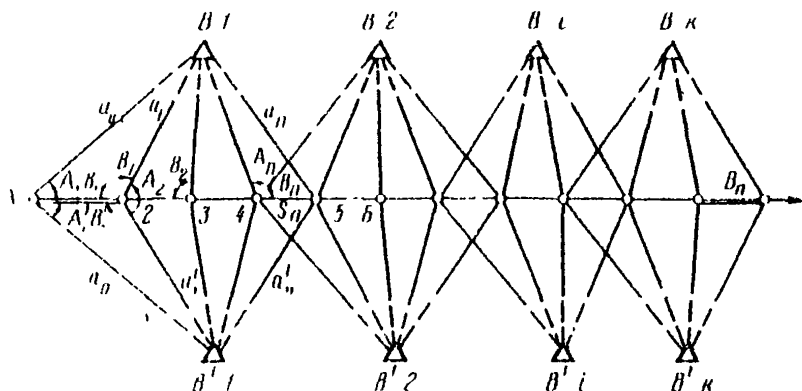


Рис.15

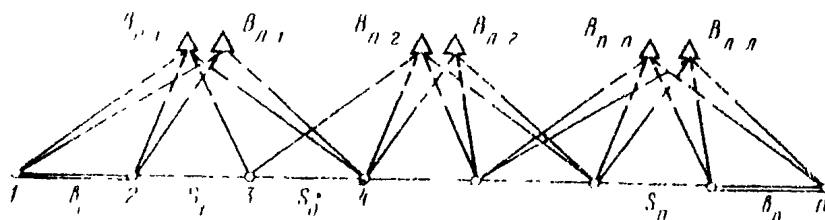


Рис.16

Здесь точки 1, 2, 3 ... пункты магистрального хода, B-1, B-2 зависимые или контрольные точки или дополнительные пункты, необходимые для построения хода. Расположение боковых пунктов может быть двусторонним (рис.15) и односторонним (рис.16). Полевые работы заключаются в измерении углов $A_1, B_1; A_2, B_2; \dots A_n, B_n$ и базисов B_1 и B_n в начале и конце хода.

Для получения значения длины промежуточных сторон необходимо выполнить обычное решение треугольников, причем длины промежуточных сторон так же, как и дирекционные углы сторон хода, вычисляются независимо дважды по углам A , B и A' , B' .

Координаты пунктов магистрального хода и боковых точек вычисляются по известным формулам через длины сторон и дирекционные углы.

При определении геодезических координат опорных точек способом заочек угловые измерения следует выполнять оптическим теодолитом (например, из фототеодолитного комплекта) методом круговых приемов погрешностью порядка $5''$ – $10''$. В этом случае относительная погрешность передачи координат точек хода и боковых пунктов обеспечивается $1:5000$ – $1:10\,000$. Измерять начальный и конечный базис следует отдельными компарированными рулетками или лентами в четыре приема с точностью измерений порядка $1:2000$ – $1:4000$ (штриховые ленты).

3.16. Для определения отметок базисных, опорных и контрольных точек при аналитическом методе создания высотного обоснования (например, способом многократных боковых заочек) следует применять тригонометрическое нивелирование с измерением углов наклона оптическим теодолитом с ценой деления вертикального круга порядка $5''$. Измерения при этом следует выполнять при двух положениях трубы (КП и КЛ). Колебания значения места нуля вертикального круга при измерениях с одной станции не должны превышать $\pm 10''$.

Фотографирование местности

3.17. Перед производством фотосъемочных работ и 1–2 раза в течение полевого сезона выполняют рабочие поверки фотокамеры и остальных приборов фототеодолитного комплекта (приложение I), а также опытное фотографирование для определения оптимальных величин экспозиции в различных условиях освещенности и различных время дня. Опытное фотографирование производят при нескольких значениях величины выдержки. Для определения приближенного значения выдержки следует использовать фотоэкспонетр типа "Ленинград" или таблицы выдержек.

3.18. Перед выполнением фотосъемочных работ составляют план работ на отяголке с таким расчетом, чтобы фотографирование с каждой станции производилось в такое время дня, когда сектор съемки освещен наиболее благоприятно. При этом необходимо учитывать следующие обстоятельства.

1. Для получения однообразного по контрастности изображения местности на снимках при съемке с левой и правой точек базиса фотографирования разрыв по времени должен быть как можно меньше,

Наиболее благоприятным временем для при съемке является такое, когда тень минимальна и весь участок съемки равномерно освещен.

3. Необходимо внимательно следить за подвижным составом при съемках стационной территории, так как дым паровоза или выхлопные газы и поезд, а также и сам подвижной состав могут закрыть фотографируемые элементы стационной ситуации.

3.19. При производстве фототеодолитной съемки в горных, оползневых районах местности на каждой фототеодолитной стоянке выполняют следующие работы:

- установку инструментов на базисных точках;
- фотографирование местности;
- измерение длины базиса фотографирования, угла наклона и угловую привязку направления базиса;
- измерению горизонтальных и вертикальных углов на контрольные точки и другие пункты в соответствии с рабочим проектом или привязку опорных точек для построения разреженного планово-высотного обоснования съемки.

Ниже дается описание работы на фототеодолитной стоянке с наиболее распространенным фототеодолитным комплектом "Photeo 19/1318" по существующей методике, позволяющей, кроме топографических съемок криволинейных районов, в условиях железнодорожных станций или промышленных площадок фотографировать с жесткой опоры разные инженерные сооружения (путепроводы, переезды, отдельные здания и т.п.).

Аналогично выполняют съемку с фототеодолитами ЦМК 10/1318, Таф, Геодезия. При работе с другими типами камер (Вильд, Цейс С-36 и др.) возможны существенные изменения в отдельных операциях.

Последовательность работ при производстве фотографирования следующая:

1. Прочно устанавливают штативы с укрепленными на них трегерами над левой и правой базисными точками. Центрирование инструментов тщательно выполняют с помощью отвесов.

2. В левой базисной точке устанавливают на трегере фотокамеру и приблизительно горизонтируют ее по уровню, а в правой - визирную марку, ориентируя ее в направлении базисов. Над фотокамерой укрепляют фотографический зонт, закрывающий корпус камеры от прямых солнечных лучей.

3. Измеряют высоту инструмента (i) над левой и правой точками при помощи теодолитной рулетки. При этом непосредственно измеряют высоту от центра до верхнего среза трегера - i_0 . Для получения высоты инструмента к этому значению прибавляют по таблице величину (h_i), являющуюся расстоянием от верха трегера до оптической оси объектива от центра до нуля его показаний. Для фотокамеры "Photeo 19/1318"

эта величина $h_i = 11$ см. Следовательно, $i = i_0 + i_i$, что и заносится в журнал фотографирования (приложение 7).

4. Устанавливают зрительную трубу ориентирного устройства на заданный угол относительно базиса, руководствуясь при этом метками случая съемки на корпусе камеры (A, L, AR), и ориентируют фотокамеру в направлении съемки, выдвигая в окуляр ориентирного устройства марку, установленную на правой точке базиса.

5. Устанавливают объектив камеры по вертикали в положение, определенное при производстве реконфигурации, и, открыв крышку матового стекла, проверяют правильность положения объектива и вертикальный захват местности. При необходимости перемещают объектив по вертикали, добываясь нужного захвата по высоте.

6. Закрывают объектив крышкой, отводят прижимную рамку от прикладной и снимают рамку с матовым стеклом.

7. Вставляют кассету с пластинкой, вытаскивают шторку кассеты и подают рамку с кассетой вперед до плотного прилегания пластинки к прикладной рамке.

8. На барабаниках нумератора и регистратора вида съемки устанавливают номер стоянки (снямка) и случай съемки (A, AL, AR или B, BL, BR), эти данные заносят в журнал фотографирования.

9. Тщательно горизонтируют камеру по уровням, помещенным на контрольной площадке, и точно ориентируют зрительную трубу наводящим винтом камеры на базисную марку. При этом необходимо предварительно проверить правильность установки отсчета на ориентирном устройстве. Если после поворота камеры уровни отклонились более чем на половину деления, их вновь устанавливают на середину и проверяют ориентировку.

10. Осторожно снимают крышку объектива, производят экспонирование пластинки, после чего вновь надевают крышку.

11. Отводят прижимную рамку, закрывают кассету шторкой и вынимают кассету из рамки прижимного устройства.

В такой последовательности выполняют съемку при другом положении оптической оси камеры относительно направления базиса или при другом положении объектива по высоте.

Закончив фотосъемку с левой точки, фотокамеру снимают с трегера и переносят на правую точку, где ее устанавливают взамен чизирной марки, не снимая трегера, и аналогично производят фотосъемку.

В журнале фотографирования отмечают дату съемки, номер кадра, положение объектива, положение оптической оси относительно базиса, номер кассеты, погоду и выдержку.

Если в процессе съемки произошли случайные нарушения положения камеры, то съемку повторяют.

8.20. После фотографирования с обоих концов базиса (или до фото-

графирования, если это вызвано резким изменением условий освещенности) производят измерение базиса фотографированием.

Для этого вместо фотокамеры на штатив, на снимая трегера, устанавливают теодолит из комплекта, а на место визирной марки предварительно собранную базисную рейку, которую с помощью коллиматора ставят перпендикулярно направлению базиса.

При помощи теодолита методом повторений измеряют параллактический угол ϵ (рис. 17, а), позволяющий вычислить длину базиса по формуле

$$b = \frac{a}{2} \operatorname{ctg} \frac{\epsilon}{2}.$$

Для обеспечения относительной погрешности определения базиса не более 1/2000 необходимо выполнить шесть полных повторений.

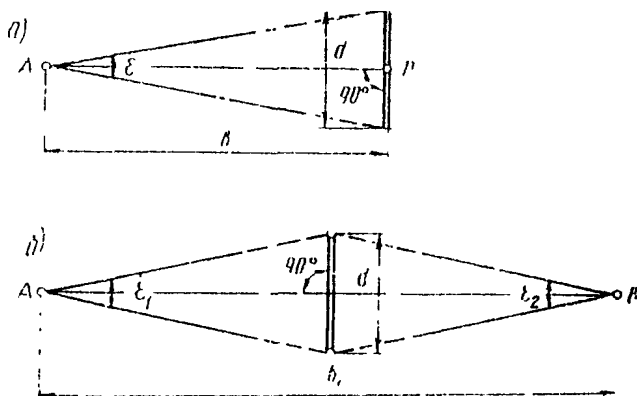


Рис. 17

Результаты измерений записывают в журнал и по величине полученного угла вычисляют длину базиса. Его можно также определить по таблице расстояний, прилагаемой к фототеодолитному комплекту.

Если длина базиса превышает 130-150 м, то для повышения точности определений базисную рейку на дополнительном штативе следует установить примерно посередине (рис. 17, б) и измерить два параллактических угла на левой и правой базисных точках (ϵ_1 и ϵ_2). Величину базиса вычисляют в этом случае по формуле

$$b = \frac{d}{2} (\operatorname{ctg} \frac{\epsilon_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\epsilon_2}{2}).$$

При длине базиса до 50 м его измеряют непосредственно компарированной стальной рулеткой.

3.21. После определения длины базиса измеряют горизонтальные и вертикальные углы на контрольные и геодезические точки. Наблюдения выполняют одним полным приемом, в который включают: вторая базисная

точка, 1-2 геодезических пункта (или точки магистрального хода), которых определялись координаты этой зависимой точки также 2-3 контрольных пункта для проверки правильности ориентирования фотокамеры по способу контрольных направлений.

3.22. При производстве стереофото съемки плоских участков местности с высоких опор на каждой станции выполняют следующие работы:

1. Устанавливают камеру на концах базиса фотографирования с заданными углами наклона на штативе или закрепляют ее к элементам опоры с помощью специальной трубины (приложение 20).

2. Ориентируют оси камеры в пространстве в соответствии с направлениями, определенными при рекогносцировке участка, используя при этом ориентирное устройство, уровни и угловые шкалы на трубине.

3. Фотографируют в последовательности, изложенной выше. Если при этом опора, на которой установлена или закреплена камера не устойчива и колеблется от воздействия ветра и перемещения на ней наблюдателя, то камера должна быть оборудована затвором, а съемка производится на высокочувствительных пластинках.

4. Определяют и записывают в журнал приближенные значения элементов линейного и углового ориентирования снимков (приложение 7).

3.23. Если по каким-либо причинам (освещение, метеорологические условия, наличие подвижного состава на участке съемки и т.п.) к моменту прихода на место съемки фотографирование производить нецелесообразно, то следует сменить сектор фотографирования или выполнять измерительные операции по привязке опорных точек.

При наличии в фотоаппарате индикатора прижимов ЦНИИСи (приложение 4) плотность прилегания кассеты с фотопластинкой к координатным меткам камеры фиксируется зажиганием четырех ламп, расположенных соответственно меткам.

Полевые фотолабораторные работы и анализ негативов

3.24. Для выявления таких недостатков фотосъемки как неприжимы фотостекла к прикладной рамке камеры, плохое фотокачество, неудовлетворительная компоновка деталей изображений производит фотолабораторную обработку экспонированных пластинок, как правило, в день съемки.

Для проявления фотопластинок можно употреблять различные по составу проявляющие растворы, рецептура которых и описание процесса фотолабораторных работ приводится в приложении 5.

3.25. Для полевого инженерного дешифрирования фототеодезитных снимков с негативов изготавливают на матовой бумаге контактные отпечатки.

3.26. Непосредственно после фотообработки производят анализ и

оценку фотографического и фотограмметрического качества негативов.

Нормально экспонированный и правильно обработанный негатив должен иметь нормальную плотность и прозрачность, быть достаточно контрастным с проработкой мелких деталей, не иметь вуалей и механических повреждений эмульсии (царапины, оползание эмульсии и т.п.), пятен, полос и сдвигов изображений.

Результаты фотографического анализа записывают в регистрационный журнал (приложение 8), в котором отмечают их фотокачество и пригодность для дальнейшей обработки.

Основная цель полевой фотограмметрической оценки — выявить негативы, полученные при неплотном прилегании плоскости фотопластины к прикладной рамке фотокамеры (неприжим). Для этой цели удобно использовать эталоны, полученные при плотном прилегании пластины.

Для определения величины неприжима в полевых условиях исследуемую и эталонную пластинки укладывают эмульсией друг к другу, совмещают координатные метки обоих негативов по оси $X - X$ и оценивают величину несовпадения при помощи измерительной лупы с точностью 0,05 мм.

Если расстояние между координатными метками отличается от эталонного более чем на 0,1 мм для аналитической камеральной обработки и на 0,08 — при графо-механической, то съемку следует повторить и проверить состояние кассеты, в которой была экспонирована исследуемая пластинка.

Если фототеодолит оснащен индикатором прижимов, принцип действия и чертежи которого даны в приложении 4, то полевой фотограмметрической оценки негативов не производят.

Результаты полевого анализа вносят в журнал оценки качества негативов (приложение 9).

Топографическое и инженерное дешифрирование снимков

3.27. Дешифрирование выполняют на контактных или увеличенных снимках. Оно заключается в опознавании и закреплении на снимках пунктов планово-высотной подготовки и элементов ситуации, подлежащих изображению на составленных по материалам фототеодолитной съемки топографических планов.

Часть элементов и объектов, изобразившихся на снимках, содержание которых не вызывает сомнения, дешифрируют камерально на основе стереоскопического просмотра снимков. Объекты, элементы ситуации и рельефа, а также сооружения, качественное содержание которых при камеральном просмотре установить не удается, опознают на местности в результате полевого дешифрирования снимков. Полевое дешифрирование снимков выполняют как путем обхода контуров и объектов, содержание которых необходимо установить, так и визуально с точек фотографирования.

В результате полевого дешифрирования на контактных или увеличенных отпечатках показывают:

- границы сельскохозяйственных угодий, садов, огородов, лесопосадок, леса, кустарника и т.п., с указанием содержания контуров (порода леса, средняя высота и толщина деревьев);
- элементы гидрографии (реки, ручьи, каналы, колодцы и родники и т.п.), болота и заболоченные участки;
- дороги с классификацией по категории и типу;
- линии связи и электропередач с указанием количества проводов;
- ограждения с указанием их типа (деревянные заборы и изгороди, каменные ограждения, живые изгороди и т.п.);
- мосты и переправы с указанием их технических характеристик;
- отдельные здания с указанием типа постройки и характера их использования.

В соответствии с дополнительными требованиями при полевом дешифрировании снимков могут наноситься элементы геологического строения участка, горизонты высоких наводковых вод (при съемке мостовых переходов) и другие данные, устанавливаемые техническим заданием на съемку.

В.28. При опознавании объекта в процессе полевого дешифрирования его контуры показывают тушью на снимке зеленой — для элементов гидрографии и черной — для остальных объектов, а содержание поясняют условным знаком или подписью.

Элементы ситуации и сооружений, изображение которых на снимке занимает площадь менее 1 мм^2 , накалывают на снимках и с обратной стороны нумеруют. Содержание этих элементов поясняется в специальной ведомости дешифрирования (приложение 10).

Если отдельные элементы, положение которых необходимо показать на топографическом плане, не изобразились на снимках, то в районе их расположения опознают на снимке не менее трех четких точек, к которым привязывают неизобразившийся элемент ситуации, положение которого на плане получают линейной засечкой.

В.29. При прокатывании стереофото съемки железнодорожных станций и промышленных площадок в результате инженерного дешифрирования опознают и регистрируют:

- опорные точки с тщательно выполненным на обороте снимка воронком;
- математические центры креативов с указанием номера и марки;
- остряки, начала и концы рамных рельсов, предельные столбики и т.д.;
- точки на концах полевых поперечников;
- углы зданий и емкостей, постройки с указанием типа и характера их использования;
- опоры линии коммуникационных сетей, линии электропередач со всеми необходимыми сведениями;

- колодцы подземных коммуникаций;
- ограждения с указанием их типа и т.д.

для описания опознанных объектов на каждый снимок составляют ведомости дешифрирования (приложение 9), в которых под номерами, соответствующими порядковым номерам объектов на снимке, дают их качественную характеристику. Отдешифрированные элементы ситуации и их номера закрепляют на снимке тушью.

Полевая документация

8.30. В результате выполнения полевых работ должны быть получены следующие материалы:

- исполнительная схема выполненной фототопографической съемки;
- схема геодезического обоснования съемки;
- полевые журналы геодезической подготовки;
- ведомости вычислений геодезических координат и отметок пунктов съемочного обоснования и опорных точек;
- журналы фототеодолитной съемки;
- ведомости дешифрирования съемки;
- ведомости анализа негативов;
- негативы фототеодолитной съемки и контактные снимки с результатами дешифрирования.

8.31. Схему выполненной фототопографической съемки составляют в результате уточнения рабочего проекта съемки. Базисные и опорные точки наносят по результатам геодезических измерений. Границы секторов съемки, в соответствии с видами выполненной с каждого базиса съемки фотографирования, наносят на основу с помощью транспортира.

На схеме геодезического обоснования для определения правильности и точности проведенных геодезических работ показывают значения плановых и высотных невязок.

8.32. Пары негативов подбирают в соответствии с видами съемок и укладывают в коробки, на которых указывают перечень содержащихся в них материалов, номера базисов и снимков.

IV. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ НАЗЕМНОЙ СТЕРЕОФОТОСЪЕМКИ

4.1. В зависимости от задач, методики съемки и геодезической подготовки, а также наличия стереофотограмметрической аппаратуры обработку снимков выполняют оптико-механическим, аналитическим или графоаналитическим способами.

Оптико-механическим путем обрабатывают снимки, полученные при нормальном и равнотклоненном случае съемки, составлении топографи-

ческих или фронтальных планов и профилей крутокосогорных и прижимных участков изыскиваемых трасс.

Материалы ориентированной стереофото съемки при произвольных, но известных значениях базисов и ЭВО снимков, а также неориентированной, но обеспеченной пунктами геодезической подготовки съемки обрабатывают аналитическим и графо-аналитическим методами. При этом вычисления выполняют по специальным программам на ЭВМ.

4.2. Предварительно, на основе исполнительной схемы выполненной съемки, намечают последовательность обработки снимков по участкам. В соответствии с этой последовательностью подбирают снимки по стереопарам и готовят рабочую основу для составления планов или специальных измерений по стереомодели местности.

Кроме координат и отметок точек геодезической основы съемки, по результатам полевых измерений вычисляют дирекционные углы всех базисов и координаты левых центров фотографирования и составляют соответствующую ведомость. Для обработки неориентированных снимков находят приближенные значения ЭВМ в принятой для обработки системе координат.

Составление топографических планов оптико-механическим способом

4.3. Обработка снимков на стереоавтографе при составлении топографических планов включает следующие процессы:

- подготовительные работы;
- огущение сети контрольных точек;
- установку снимков в приборе и ориентирование планшета;
- ориентирование стереомодели по контрольным точкам;
- рисовку ситуации и рельефа.

4.4. Подготовительные работы состоят из следующих процессов проверки исправности стереоавтографа:

- выполнения его рабочих проверок;
- подготовки рабочей основы для ориентирования стереомодели;
- проверки постоянства элементов внутреннего ориентирования снимков;
- составления плана.

Исправность стереоавтографа проверяют после значительного перерыва в работе прибора; при этом следует тщательно очистить все направляющие и оптическую систему от пыли и смазать трущиеся части прибора тонким слоем специального масла. Одновременно проверяют исправность системы освещения и сигнализации, состояние оптики, плавность движений и отсутствие "люфтов". Затем выполняют рабочие проверки стереоавтографа, порядок и способы проведения которых даны в приложении 15.

4.5. Подготовка рабочей основы заключается в нанесении на съемочный планшет по координатам контрольных и базисных точек, точек рабочего обоснования (магистральных ходов или аналитической сети) и точки, фиксирующей направление оптической оси снимка или одно из контрольных направлений (рис. 18). Для фиксации на планшете направления оптической оси или контрольного направления вычисляют координаты точек на этом направлении в ближнем и дальнем планах сектора съемки:

$$\left. \begin{aligned} X_k &= X_{sA} + S \cos \sigma_0 \\ Y_k &= Y_{sA} + S \sin \sigma_0 \end{aligned} \right\}$$

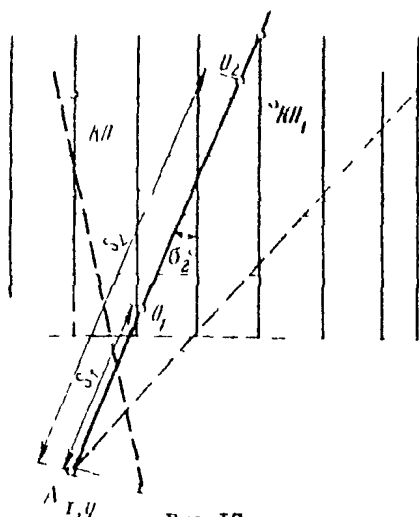


Рис. 18

где X_{sA}, Y_{sA} — координаты левой базисной точки;
 S — расстояние от базиса до границы съемки, округленное до 50–100 м;
 σ_0 — дирекционный угол направления оптической оси (или контрольного направления).

Разбивка сетки координат и нанесение точек на планшет производится координатографом.

4.6. Для установки снимков в приборе из кассет извлекают снимкодержатели и устанавливают их на световой

нуль. На стекло снимкодержателя эмульсией вниз укладывают негатив и центрировочным прибором перемещают его в положение, когда штрихи на стекле снимкодержателя совпадают с центрами координатных меток негатива (рис. 19).

После центрирования негативов в снимкодержателе их устанавливают в кассеты прибора. На отчетных барабаниках стереоавтографа устанавливают величины элементов внутреннего и внешнего ориентирования — значение фокусных расстояний, величину конвергенции γ , базисные составляющие B_x, B_y, B_z , а также величину смещения объектива камеры по вертикали в момент съемки с каждой точки. Величину базисных составляющих рассчитывают в зависимости от углов скоса и превышения концов базиса фотографирования по формулам:

$$B_x = \frac{B \cos \varphi}{t_n} 1000 ;$$

$$B_y = \frac{B \sin \varphi}{t_m} 1000 ;$$

$$B_z = \frac{\Delta h}{t_m} 1000 ,$$

где B – горизонтальное положение базиса;
 φ – угол скоса;
 Δh – превышение правого центра проекции над левым;
 t_m – знаменатель масштаба модели, построенной на стереоавтографе.

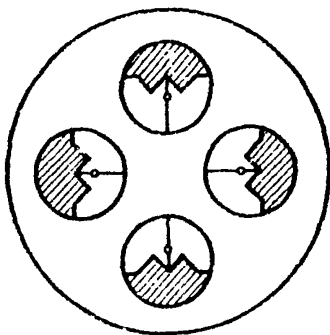


Рис.19

Значение масштаба модели выбирает в зависимости от отстояний до снимаемого участка и заданного масштаба плана по табл.4.

Если превышение концов базиса в поле не измерялось, то величину B_z устанавливают устранением поперечного параллакса при стереоскопическом наблюдении модели движением винта B_z ; составляющие B_x B_y перед этим должны быть установлены.

После установки на стереоавтографе элементов внутреннего и внешнего ориентирования ус-

тановочные устройства закрепляют винтами.

Т а б л и ц а 4

Масштаб составляемого плана	Предельные отстояния	Масштабы модели	Увеличение на координатографе
1 : 500	200	1 : 500	1,0
	400	1 : 1000	2,0
1 : 1000	400	1 : 1000	1,0
	800	1 : 2000	2,0
1 : 2000	400	1 : 1000	0,5
	800	1 : 2000	1,0
	1600	1 : 4000	2,0
1 : 5000	1000	1 : 2500	0,5
	2000	1 : 5000	1,0
	4000	1 : 10 000	2,0

4.7. Когда модель в приборе построена, необходимо ориентировать относительно ее планшет с рабочей основой. Для этого используют точки, фиксирующие направление оптической оси левого снимка. При отключенном координатографе марку микроскопа координатографа совмещают с осевой точкой, расположенной в ближнем плане. Затем движением по оси Y перемещают марку на точку оси, расположенную в дальнем плане, поворачивая планшет до тех пор, пока направление движения чертежного устройства по оси Y не совпадет с направлением оптической оси левого снимка на планшете. Методом последовательного приближения, переходя от одной точки к другой, добиваются положения, при котором направление движения чертежного устройства совпадает с направлением оптической оси левого снимка. После этого планшет закрепляют, а на счетчике прибора устанавливают отсчеты: штурвалом на оси X — отсчет 000, 00, штурвалом на оси Y — отсчет, равный расстоянию до одной из точек на оси снимка в масштабе модели $\frac{S}{f_m}$. Совместив марку координатографа с этой точкой на планшете, присоединяют координатограф к прибору при выбранном коэффициенте увеличения (0,5; 1,0; 2,0). Если при этом марка координатографа не устанавливается на точку, фиксирующую положение оси съемки на планшете, то ее подправляют установочными винтами.

4.8. для ориентирования модели относительно геодезической основы планшета достаточно иметь три контрольные точки на дальнем плане обрабатываемого участка (рис.20).

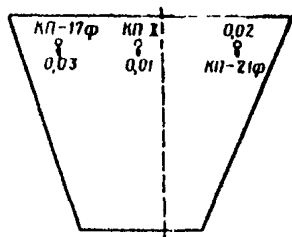


Рис.20

Ориентирование модели по контрольным точкам выполняют в следующем порядке.

1. Наводят стереоскопически марку на контрольную точку I и при помощи установочного микроскопа определяют величину несовпадения марки микроскопа с точкой I на планшете. Если расхождение в положении точек по оси Y превышает 0,2 мм на планшете, то движением штурвала на оси Y перемещают марку микроскопа до совпадения с точкой I на планшете. Если при этом смещение марки относительно наблюдаемой контрольной точки на модели будет меньше + 1 мм, то совмещение марки с изображением

контрольной точки достигается путем перемещения правого негатива по оси X прибора.

При больших отклонениях марку наводят на изображение точки изменением угла конвергенции.

Совмещение марки на модели и планшете с наблюдаемой контрольной точкой осуществляют до тех пор, пока ошибки несоответствия будут менее 0,2 мм.

2. Наводя марку на изображение точки 2, проверяют совмещение марки микроскопа с положением этой точки на планшете. Аналогично изложенному, наводят марку микроскопа на точку на планшете, а возникшую погрешность, большую 0,2 мм, ликвидируют движением Ву плановой линейки.

3. При удовлетворительном качестве негативов точка 2 является контрольной — при наведении марки на ее изображение на модели или чина смещения на планшете не должна превышать 0,4 мм и распространяться установочным микроскопом одинаково на все точки.

При больших отклонениях проверяют правильность вычисления координат и нанесения контрольных точек, а затем повторяют ориентирование.

4. Если после ориентирования модели по оси Y (1-3 пункты) возникли погрешности в положении точек по оси X, превышающие 0,2 мм, то планшет поворачивают на величину среднего арифметического из отклонений на всех трех точках, после этого величина отклонения на каждой из контрольных точек не должна превышать 0,2 мм, а точка на оси в ближнем плане (вокруг которой поворачивается планшет) не должна получить смещение более 0,1 мм.

5. Выполняют контрольные наблюдения на все точки основы, имеющие координаты; расхождения в положении точек в плане не должны превышать 0,4 мм.

6. Для ориентирования модели по высоте барометрического счетчика высот устанавливают по масштабу модели, указатель положения левого объектива ставят на нуль, а измерительную марку совмещают с одной из меток по оси X — X. В таком положении на счетчике высот фиксируют отметку горизонта инструмента в момент съемки. Затем указатель положения объектива вновь переводит на соответствующий отсчет. Наведя стереоскопические марку на контрольную точку 1, движением ножного штурвала устанавливают ее отметку. Марка должна совпадать с моделью в точке 1. Аналогично проверяют правильность фотограмметрических высот в точках 2 и 3. Если марка отклоняется от контрольных точек на величину, не превышающую $1/4$ — $1/5$ от принятого сечения рельефа горизонталями, то модель по высоте ориентирована удовлетворительно.

При больших расхождениях в точке 1 после того, как ножным диском установлена ее геодезическая отметка, марку наводят на модель перемещением левого объектива, а возникающий поперечный параллакс устраняют перемещением правого объектива. Полученные при наблюдении точек 2 и 3 разности высот распределяют равномерно изменением установки счетчика высот. При значительных расхождениях в отметках контрольных

точек проверяют вычисления отметок горизонта инструмента и кол. роль-ных точек.

Величины отклонений при наблюдении всех контрольных точек в плане и по высоте записывают в журнале обработки снимков на стереоавтографе (приложение 16).

4.9. После ориентирования модели в стереоавтографе по контрольным точкам производят рисовку ситуации и рельефа.

Составление плана начинают с пересечения ситуации на планшете. Для этого предварительно проматривают границы контура на стереомодели, используя данные полевого дешифрирования. Затем, совместив марку на модели с одной из точек контура, ножной педалью опускают острие карандаша на планшет. Одновременным движением штурвалов по оси X, Y и ножным диском Z перемещают марку по границе контура так, чтобы она все время касалась поверхности модели.

Таким образом, на планшете получают изображение контура местности, содержание его поясняют надписью или условным знаком. Контуры искусственных сооружений правильной геометрической формы (здания, заборы, линии связи и т.п.) получают набором точек на углах поворота, которые затем соединяют прямыми линиями.

Малые по площади элементы ситуации наносят в соответствии с масштабом на полевых отпечатках и ведомостях дешифрирования.

4.10. Рисовку рельефа выполняют после составления контурной части плана, начиная с элементов, не изображающихся горизонталями (бровки скальных обрывов, отдельные скалы и большие камни, промоины). Эти элементы зарисовывают аналогично элементам ситуации, но обязательно с набором пикетных высотных точек. Затем модель местности просматривают, чтобы определить формы и характер рельефа и лучшее изображение его горизонталями. Одновременно производят набор пикетов из характерных точек и линий рельефа. При этом измерительную марку наводят на характерную точку модели, положение ее на планшете фиксируют включением ножной педали, а высотную отметку снимают со счетчика высот. Для повышения точности получения отметок характерных точек наведение на каждую точку выполняют дважды и на планшет выписывают среднее значение полученной отметки.

Таким образом, набирают ряд пикетных точек на вершинах и понижениях, по тальвегам логов и вдоль линии водоразделов.

Горизонтали, в зависимости от характера растительного покрова на снимаемом участке, изображают либо непрерывным проведением марки по модели, либо по пикетам.

В первом случае, на открытых склонах, на счетчике высот устанавливают отметку горизонтали, марку стереоокопически наводят на модель вблизи одной из границ рабочей площади пары, карандаш ножной педалью

опускают на планшет и движениями штурвалов по оси X и Y перемещают марку по модели так, чтобы она все время касалась поверхности. После проведения первой горизонтали на счетчике высот устанавливают отметку следующей горизонтали и аналогичным образом вычерчивают ее на планшете.

На участках с однообразной крутизной снимков можно непосредственно получать вторые или пятые горизонтали, а промежуточные проводить интерполированием.

Если участок местности покрыт сплошным кустарником и поверхность земли не просматривается, горизонтали рисуют методом трассирования, устанавливая на счетчике высот отметку, равную отметке проводимой горизонтали, увеличенной на среднюю высоту кустарника. Среднюю высоту кустарника дает разность показаний счетчика высот при наведении марки на верх кустарника и поверхность земли в нескольких точках на границе кустарника.

4.11. После рисовки ситуации и рельефа составленный план проверяют набором контрольных пикетов равномерно по площади стереопара на точках, характерных по рельефу. Расхождения в отметках пикетов и отметках, полученных интерполяцией между горизонталями, не должны превышать $1/3$ принятого сечения рельефа, а на крутых склонах разность отметок между точками перегиба должна соответствовать яслу проведенных горизонталей.

Расхождения в положении контурных точек не должны превышать 0,5 мм в масштабе плана.

При обработке стереопар, смежных с уже обработанными участками, правильность рисовки ситуации и рельефа проверяют по сводкам со смежными стереопарами до начала составления плана на обрабатываемой стереопаре.

Расхождения по сводкам между соседними стереопарами не должны превышать удвоенных величин допускаемых расхождений для контрольных пикетных точек, т.е. до высоты не более $2/3$ сечения рельефа и 1 мм в плане. Горизонтالي сводятся осреднением расхождений на стыках.

4.12. Участок плана, проконтролированный набором контрольных пикетов и сводками на границах смежных стереопар, вычерчивают карандашом. При этом контурную часть плана обозначают условными знаками, а горизонтали — в соответствии с правилами топографического черчения.

4.13. Из других приборов графо-механического метода при обработке снимков лазерной стереофото съемки можно использовать стереопланиграф и стереометрограф.

4.14. Масштабы модели при обработке снимков на стереопланиграфе могут колебаться в больших пределах, чем на стереоавтографе; значения масштабов и предельные отклонения приведены в табл.5.

Т а б л и ц а 5

Масштаб плана	Предельные отстояния	Масштаб модели	Коэффициент увеличения координатографа
1:500	300	1:500	1
	450	1:750	1,5
	600	1:1000	2,0
	900	1:1500	3,0
1:1000	600	1:1000	1
	1200	1:2000	2,0
	1800	1:3000	3,0
1:2000	1200	1:2000	1,0
	2400	1:4000	2,0
	3600	1:5000	3,0
1:5000	3000	1:5000	1,0
	9000	1:15000	3,0

Пределы обработки отстояний по ближнему плану равны 1/4 от предельных отстояний, указанных в табл. 5.

Ориентирование фототеодолитных снимков в стереопланиграфе требует тщательной юстировки прибора и точного определения нуль-пунктов всех шкал. Перед ориентированием и обработкой снимков оси стереопланиграфа переводят таким образом, чтобы счетчик, фиксирующий высоты при обработке аэроснимков, показывал значения отстояний (Y), а одну из осей координатографа необходимо подключить к этой оси, другая же остается подключенной к оси X .

Негативы точно ориентируют по штрихам на стеклах снимкодержателей, которые смещаются в кассетах в направлении оси Z на величину, равную, но противоположную по знаку вертикальному смещению объектива в момент съемки. Фокусные расстояния проектирующих камер устанавливают на отсчеты, равные фокусным расстояниям фототеодолитных снимков.

На шкадах углов наклона, скоса и поворота осей камер, а также B_1 и B_2 у базисной каретки левого снимка устанавливают нулевые отсчеты, а на правой каретке — значения осевых составляющих B_1 и B_2 вычисленные по формулам, приведенным для стереоавтографа. Аналогично вычисляют и устанавливают отсчет B_x .

Ориентирование выполняют обычными приемами, путем устранения поперечных параллакса движениями u . Если при наблюдении точек модели возникают остаточные поперечные параллаксы, их устраняют движением

B_2 Ориентирование планшета относительно модели и подключение к координатографу производится так же, как и для стереоавтографа.

Аналогично выполняют ориентирование модели по контрольным точкам. При этом расхождения в положении контрольных точек в плане отводятся движениями B_1 и скосом правой камеры. Расхождения в положении точек по высоте ликвидируются одновременным наклоном проектирующих камер на угол $\Delta\omega$.

При значительных расхождениях точек по высоте на стереопланиграфе можно производить горизонтирование модели методами, которые применяются при обработке аэрофотоснимков. План на стереопланиграфе составляет аналогично изложенному для стереоавтографа.

4.15. Обработка фототермолитных снимков с некоторыми ограничениями возможна и на стереометрографе.

Известные из полевых работ элементы внешнего ориентирования снимков устанавливаются непосредственно на приборе.

Если прибор не снабжен снимкодержателями формата 15×18 см, то для точной центровки снимков тонкой иглой накалывают положения главной точки, которую совмещают с центром держателя, а снимки закрепляют на держателях с помощью пластилина.

Негативы закладывают в мулясионный слесов шип таким образом, чтобы снимок левой точки фотографирования с энзима находился на левом снимкодержателе.

Правый снимок закладывают в правый снимкодержатель.

Точное ориентирование производят по начальным направлениям, разворачивая снимки движениями M .

Для измерений по полученной стереомодели производят съемку координат Y на Z с помощью переключателя Y_2 .

В результате, перемещения по оси Y осуществляют поворотом штупера, а по оси Z — правым.

Конструктивно стереометрограф позволяет осуществлять перемещение по оси Z в пределах 180 мм, что не всегда удовлетворяет условиям отдельных случаев съемки. Для расширения диапазона обрабатываемых объектов можно применить аффинное преобразование модели.

Аналитическая обработка снимков с использованием ЭВМ

4.16. При аналитических методах обработки снимков измерения выполняют на стереокомпараторе, а для вычислений используют ЭВМ, обладающую соответствующим объемом памяти. Аналитическая обработка материалов наземной стереофотоъемки производится для получения сети опорных точек при съемке труднодоступных приливов и косогоров, при обработке снимков конвергентной съемки оползневых участков и при съемке

плоских территориях с высокими опорами. При этом в зависимости от точности определения значений базиса фотографирования и ЭВО снимков можно использовать формулы, соответствующие ориентированной или неориентированной стереофото съемке.

4.17. Снимки ориентированной стереофото съемки предварительно проверяют на правильность элементов внутреннего ориентирования камеры, прижим пластинок к прикладной рамке и соответствие ЭВО заданным значениям.

4.18. Прижим фотопластинок к прикладной рамке камеры в процессе фотографирования контролируют с помощью специально устанавливаемого электрического индикатора прижима, описание которого дано в приложении 4. Использование индикатора практически исключает возможность получения снимков, отклоняющихся от плоскости прикладной рамки более чем на ± 15 мкм.

4.19. Если при съемке индикатор прижима не использовали, то отклонения плоскости снимка от прикладной рамки камеры находят путем сравнения расстояний между координатными метками негативов L_r с эталонными расстояниями L_r^0 (рис. 21). Если разность $\Delta L = L_r - L_r^0$ не превышает 0,03 мм, то элементы внутреннего ориентирования считаются неискаженными. Если же $\Delta L > 0,03$ мм, то определяют поправки, необходимые для перехода от элементов внутреннего ориентирования камеры к

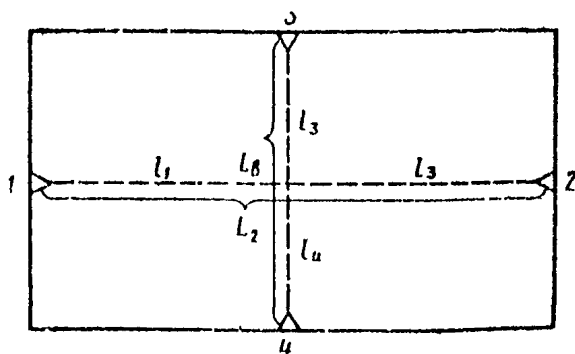


Рис. 21

соответствующим элементам ориентирования снимков. В случае оптико-механической обработки снимков определяют лишь поправку δf к фокусному расстоянию камеры

$$\delta f = \frac{f_K}{L_r} \Delta L \quad (18)$$

При аналитической обработке снимков находят поправки к элементам внутреннего ориентирования снимков:

$$\left. \begin{aligned} \delta f &= \frac{f_K}{L_r} (\Delta L_1 + \Delta L_2); \\ \delta c_0 &= \frac{2f_K^2}{(L_r^0)^2} (\Delta L_1 - \Delta L_2); \\ \delta z_0 &= \frac{2f_K^2}{(L_r^0)^2} (\Delta L_4 - \Delta L_5), \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

где L_r^0 — расстояние между горизонтальными метками, известное из исследования фототеодолита,
 L_0^0 — то же, между вертикальными метками

$$\left. \begin{aligned} \Delta L_1 &= L_1 - L_1^0 \\ \Delta L_2 &= L_2 - L_2^0 \\ \Delta L_3 &= L_3 - L_3^0 \\ \Delta L_4 &= L_4 - L_4^0 \end{aligned} \right\},$$

$L_1^0, L_2^0, L_3^0, L_4^0$ — расстояния, полученные при исследовании фототеодолита

4.20. Для определения правильности принятых значений элементов внутреннего ориентирования камеры и ее углового ориентирования в процессе съемки используют способ контрольных направлений, измерения которых производят теодолитом в процессе выполнения полевых работ.

4.21. Фотограмметрические координаты точек контрольных направлений получают по измерениям теодолитом вертикальным и горизонтальным углам

$$x_i^0 = f \operatorname{tg} \alpha^i; \quad z_i^0 = \frac{f}{\cos \alpha^i} \operatorname{tg} \beta, \quad (20)$$

где α^i — горизонтальный угол между направлением оптической оси камеры и направлением на наблюдаемую точку;

β — вертикальный угол на эту же точку.

Горизонтальный угол α^i определяется из выражения

$$\alpha^i = \alpha + \delta \alpha_{\alpha},$$

где α — угол, измеренный теодолитом, установленным на штативе на место фотокамеры;

$\delta \alpha_{\alpha}$ — поправка за внецентричность передней узловой точки объектива фотокамеры, определяемая из выражения

$$\delta'' \alpha_{\alpha} = 0,1 \frac{\sin 2\alpha}{2\gamma} \rho, \quad (21)$$

где γ — приближенное значение расстояния до наблюдаемой точки M ;

O, I — расстояние от оси вращения фотокамеры до передней узловой точки объектива (для фотокамеры 18x18), м.

В табл.6 даны значения поправок $\delta \alpha_{\alpha}$ с точностью до 1-2".

4.22. Для определения элементов внутреннего ориентирования фотокамеры и правильности ее углового ориентирования с помощью стереокомпаратора измеряют координаты точек контрольных направлений (x_i , z_i). При этом в общем случае должно быть не менее трех контрольных

поправок. Если элементы внутреннего ориентирования известны, то для определения ошибок углового ориентирования камеры необходимо иметь не менее двух контрольных направлений. Поправки к приближенно известным элементам внутреннего и углового ориентирования фотокамеры находятся из решения уравнений поправок:

$$\begin{aligned} x_0 + 0 + \frac{x_1}{f} \delta f - \left(f + \frac{x_1^2}{f}\right) \delta \alpha - \frac{x_1 z_1}{f} \delta \omega + z_1 \delta \kappa + l_{x_1} &= v_{x_1}; \\ 0 + z_0 + \frac{z_1}{f} \delta f - \frac{x_1 z_1}{f} \delta \alpha - \left(f + \frac{z_1^2}{f}\right) \delta \omega - x_1 \delta \kappa + l_{z_1} &= v_{z_1} \end{aligned} \quad (22)$$

где x_1, z_1 — измеренные координаты точек контрольных направлений
 $l_{x_1} = x_1^0 - x_1; \quad l_{z_1} = z_1^0 - z_1$

Т а б л и ц а 6

Y_M	α , град.		
	10	15	20
200	20"	25"	35"
400	10	15	15
800	5	5	10
1200	3	4	5

При определении только поправок углового ориентирования в уравнениях (22) используют по четыре последних члена. Если свободные члены уравнений (22) $l_x = l_z \leq +0,02$ мм, то принятые элементы внутреннего и углового ориентирования считаются точными. Предварительное определение вычисленных по измеренным углам координат точек контрольных направлений и сравнение их с измеренными на снимке выполняют в соответствии с приложением 12.

Если $l_x = l_z \geq 20-30$ мм, то поправки к принятым элементам проектирования находят из решения системы уравнений погрешности вида (22) на ЭВМ. Полученные таким образом поправки используют при дальнейшей аналитической обработке снимков.

4.23. при съемке протяженных косоголов с разреженным геодезическим обоснованием для контроля правильности углового ориентирования камеры на каждой станции определяют не менее двух контрольных направлений. Для определения стабильности элементов внутреннего ориентирования на трех-четырех станциях измеряют не менее четырех контрольных направлений.

4.24. Создание сети опорных точек при съемке протяженных косоголовых участков производится путем последовательного соединения независимых ходов, построенных в общей системе отсчета отсранных координат

с частыми вычислениями. для этого выполняется ориентировочная фотообъемка кадра, преимущественно при короткостороннем и равностороннем случаях съемки. Вычисления базисов фотографирования и их ориентировку (дирекционно углы) в принятой системе координат находят на левых измерениях.

Работа по построению опорной сети состоит из следующих основных этапов:

- составления проекта и подготовки снимков;
- измерения снимков на стереокомпараторе и подготовки исходной информации для вычисления на ЭВМ
- построения на ЭВМ опорной сети в фотограмметрической системе координат в уравнении и геодезического ориентирования;
- вычисления геодезических координат опорных точек и координат центров фотографирования.

4.25. При составлении проекта строения опорной сети отбирают стереопары, покрывающие весь участок съемки без фотограмметрических разрывов. На снимках отмечают опорные, контрольные и ориентирующие точки необходимые для соединения смежных стереомодельей в единую сеть. Одновременно определяют приближенные координаты левого центра фотографирования первой модели участка и приближенный угол поворота K_0 соответствующими осями фотограмметрической и геодезической систем координат (рис.22).

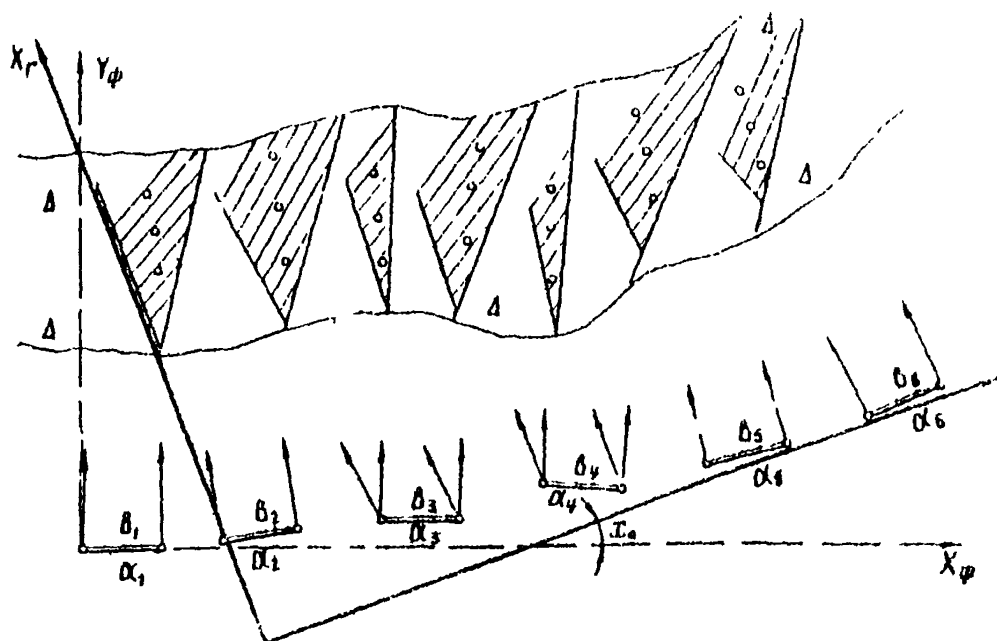


Рис.22
58

4.6. По измеренным на стереокомпараторе координатам опорных и сев точек находят пространственные фотограмметрические координаты (X_i , Y_i , Z_i) точек каждой модели ряда с использованием выражений (1); при этом для вычисления берут вычисления угловых ЭВО снимков, уточненных на основе неуровненных контрольных наплывлений.

Модуль строят в общей системе фотограмметрических координат, направление оси абсцисс которой совпадает с направлением базиса первой модели, а дирекционными углами базисов являются соответствующие равенности измеренных дирекционных углов (см.рис.22). Начало координат каждой модели совпадает с левым центром фотографирования.

Соединение моделей в ряд выполняют путем последовательного нахождения координат левых центров фотографирования моделей по одним и тем же связующим точкам одна из которых должна располагаться наближом плане отиска смежных моделей. Алгоритм построения опорной сети при съемке протяженных косогорлов с использованием ЭВМ приведен в приложении 17.

4.27. Снимки конвергентной съемки, выполняемой при исследовании оползневых участков, обрабатывают аналитическим методом. При этом для контроля за прижимом пластинок и прикладной рамке размеры и определения правильности углового ориентирования камер в процессе съемки на каждой станции измеряют не менее четырех контрольных наплывлений. Координаты точек получают на основе выражений (1) или (4) с использованием уточненных по контрольным наплывлениям значений ЭВО.

4.28. Снимки с приблизительно известными ЭВО, получаемые при съемке с высотных опор территории железнодорожных станций и других плоских участков земной поверхности со сложной ситуацией, обрабатывают аналитическим методом с построением моделей, геодезическое ориентирование которых выполняют по опорным точкам. При этом используют зависимости, приведенные в п.17.

Алгоритм аналитической обработки снимков наземной стереофотосъемки приведен в приложении 18.

4.29. Топографические планы, продольные и поперечные профили и другую графическую документацию при аналитических методах обработки материалов наземной стереофотосъемки получают на основе геодезических координат точек, вычисленных с помощью ЭВМ. При съемке железнодорожных станций топографический план составляют ленточным способом с нанесением на основу получаемых геодезических координат точек ситуации и рельефа. План сортировочных горлов составят методом поперечников.

4.30. Необходимо при крупномасштабных съемках железнодорожных станций и промышленных площадок линейных объектов, инженерных сооружений выполняют также путем измерения снимков на стереокомпараторе. При этом необходимы данные получают также аналитически, используя равенства координат соответствующих точек, либо графически, выполняя пост-

рования в крупном масштабе.

Таким путем обмеряют стрелочные переводы и определяют их центры. В этом случае по найденным на аналитическом рисунке координатам математического центра, остриска, концов рельс и нескольких точек на нитках смежных переводных путей (рис.28) строят

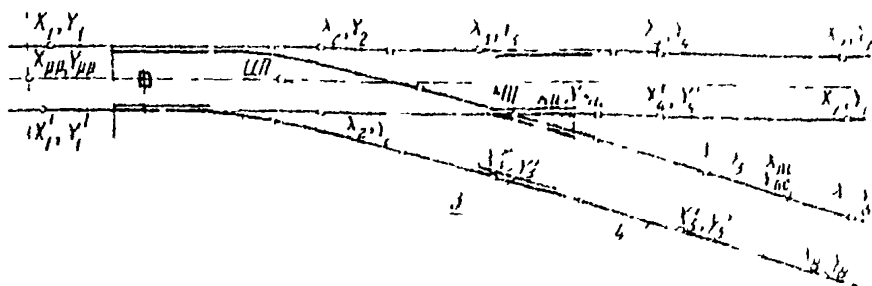


Рис.28:

- 1 - стрелочная тига (флюгарка);
- 2 - ось основного пути;
- 3 - контрольный;
- 4 - ось отклоняемого пути;
- 5 - предельный столбик

вию стрелочного перевода в масштабе 1:100. Координаты центра перевода (ЦП) получают затем по зениту в точке пересечения осей путей с линией, проходящей через математический центр крестовины (МЦ) и предельный столбик. Равенство расстояний между математическим центром крестовины и центром перевода, известным для данного типа крестовины, служит контролем правильности определений. Марки крестовины находят по углу пересечения отклоняемого и основного путей. При необходимости вычисляют координаты флюгарки.

4.31. В результате аналитической обработки снимков получают также ведомость геодезических координат элементов ситуации являющуюся дополнением к графической документации и содержащую точки и сооружения.

У. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ НАЗЕМНОЙ СТЕРЕОФОТОСЪЕМКИ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Измерения на стереомодели при изгибных трассах на прижимных участках

5.1. На труднодоступных скальных косогорах, обрывистых и прижимных участках топографические планы, получаемые в результате обработки фототеодолитных снимков, используют на предварительных стадиях инженерных работ.

Для повышения достоверности изображения крутого призмного участка при окончательной укладке трассы вместо топографических планов по мере возможности измерений фототеодолитных снимков целесообразно создавать фронтальный план. Но для окончательной укладке трассы с учетом ее об-
 чено проектного положения, взаимн измерений на местности (съёмка про-
 фазер и вынос трассы от магистрального хода), рекомендуется аналогич-
 ное изображение производить на стереоскопической модели местности, по-
 лучаемой в результате ориентирования фототеодолитных снимков на
 стереокомпараторе, стереоавтографе и других универсальных приборах.

Если фототеодолитные снимки используют при окончательной укладке
 трассы, то при выполнении полевых работ соблюдают следующие условия:

1. Базисы размещают приблизительно параллельно простиранию релье-
 фа местности и принимают нормальный острый съёмки.

2. Длину базиса съёмки устанавливают исходя из требований точ-
 ности получения координат точек местности на последней стадии изыска-
 ний.

Необходимую точность измерения длины базиса ($\frac{m_b}{B}$) определяют по формуле

$$\frac{m_b}{B} = \frac{m_t}{2Y_{\max}}$$

где m_t — допустимая ошибка положения точки в плане;

Y_{\max} — расстояние до наиболее удаленной точки фотографируемого
 объекта.

3. Базисы фотографирования располагают под одинаковым азимутом
 или дирекционным углом ($A_1 B_1$ и $A_2 B_2$ на рис. 24).

допустимая разность дирекционных углов базисов (в сев)
 вычисляется по формуле

$$\Delta \alpha = \frac{m_t}{2Y_{\max}} \rho'' \quad (24)$$

4. Контрольные точки следует размещать в зоне предполагаемого по-
 ложения трассы с расчетом их использования для выноса на местность
 запроектированной трассы или створов и точек, необходимых для произ-
 водства работ. Эти контрольные точки должны быть закреплены на мест-
 ности и перед съёмкой замаркированы.

5.8. При трассировании по стереомодели местности в условиях об-
 рывистого рельефа характерными разрезами местности являются:

-продольный горизонтальный или наклонный (ближайший к горизонталь-
 ному) разрез на уровне проектируемой трассы плоскостями, перпендику-
 лярными плоскости фототеодолитного снимка. Эти разрезы характеризуют
 изменение простирания рельефа местности на проектных отметках и заме-
 няют при укладке трассы план в горизонталих, являясь для обрывистого
 рельефа линией нулевых работ (рис. 25, а, б).

Продольный разрез местности дает уже в процессе изысканий границу
 полки, которая получится после вырубки и сброса пород с полки;

- разрез с вертикальными плоскостями, перпендикулярными пути - поперечные профили в характерных местах;

- разрез с вертикальной плоскостью, проходящей через ось пути - продольный профиль.

5.4. Процесс трассирования включает следующие основные этапы:

- составление продольных разрезов (построение линии нулевых работ);

- проектирование плана трассы с помощью продольного разреза местности;

- составление поперечных профилей;

- составление продольного профиля.

5.5. Характерные разрезы местности составляют по стереомодели местности, построенной на стереоаэрофото по схеме "стереомодель - координаты (план)". Измерения выполняют после ориентирования модели местности по контрольным точкам так же, как и при составлении топопланов.

Горизонтальный разрез, представляющий собой горизонталь с данной отметкой вычерчивают на планшете после установки на очетчике висот отметки разреза H_{ϕ} последовательными перемещениями марки по модели движениями X и Y прибора.

Наклонный разрез с уклоном i_p строят в результате последовательного определения на планшете положений точек с отметками

$$H_{\phi i} = H_{\phi 0} + X_{\phi i} i_p, \quad 25$$

где $H_{\phi i}$ - отметка текущей точки разреза;

$H_{\phi 0}$ - отметка начальной точки (при $X_{\phi 0} = 0$);

$X_{\phi i}$ - фотограмметрическая абсцисса точки разреза.

При съемке точек наклонного разреза марку перемещают штурвалом на следующую характерную точку, для которой отсчитывают абсциссу $X_{\phi i}$ и вычисляют отметку $H_{\phi i}$. Далее штурвалом Z марку перемещают до получения отметки $H_{\phi i}$, после чего точку разреза накалывают на планшет и подписывают.

Проектирование плана трассы выполняют на планшете, на котором ранее построен продольный разрез или план в горизонталях.

На стадии предварительных изысканий положение основных точек трассы, направлений поперечных профилей и их пикетов определяют графически по плану трассы.

На последующих этапах изысканий укладку вариантов плана трассы, выбранного в результате графических построений, производят аналитически. Аналитическим способом определяют направления поперечных профилей в фотограмметрической системе координат.

5.6. Съемку профилей выполняют по схеме "план трассы (фотограф)-старомодель".

Работа по этой схеме состоит в переносении на модель местности направлений, запроектированных на плане (створов), определении отметок точек и расстояний между ними и этих створах.

При съемке продольного профиля по трассе ассистент оператора перемещает карандаш координатографа по направлению плана трассы. В это время оператор движением полого диска удерживает марку на старомодели местности.

Когда марка достигает следующего поворота профиля, движение индикатора чертежного стола останавливается. Точку отмечают карандашом на плане трассы или накладывают (при этой работе удобно карандаш заменить иглой), обводят кружком и около нее выписывают ее номер. На счетчике вносят отсчеты отметки точки и записывают в ведомость.

Образец выполнения ведомости съемки точек продольного профиля трассы приведен в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

№ пп	Описание точек	Отметки	Расстояние, измеренное по плану, м	Расстояние на местности, м	Никотаж исходной точки	Никотаж этих точек профиля
23	Впадина	139,40	+20,4	40,8	нк 21	нк 21+40,8
24	Выступ	144,75	+24,2	48,4	нк 21	нк 21+48,4

П р и м о ч а н и е. Масштаб плана трассы 1:2000.

Расстояния от исходной точки с известным никотажом до определяемой измеряют циркулем-измерителем, а на местности — по поперечному масштабу. Аналогично выполняют и съемку поперечных профилей.

При уточнении съемки поперечных профилей:

- производит аналитическую укладку трассы, запроектированной на плане с учетом поперечных профилей;
- определяют фотограмметрические координаты оси пути по поперечникам;

— вычисляет углы β_n характеризующие ориентировку осей осей поперечников в фотограмметрической системе координат.

Съемку начинают с установки острия карандаша координатографа в точку оси трассы на планшете. Если отсчеты фотограмметрических координат X, Y не будут с точностью 0,02 мм равны предварительно принятым X_{1r}, Y_{1r} то марку перемещают штифтами по оси X и Y до получения нужных отсчетов, после чего отключают отсчеты

Для оценки следующей точки профиля ассистент перемещает карандаш координатографа по направлению поперечника, показанному на плане трассы. Оператор останавливает ее на переломе профиля и сравнивает полученные координаты с предварительно вычисленными. При расхождениях более 0,02 мм марку переставляют движением штурвала X и Y и делают новое приближение. Измеренные координаты точек поперечника записывают в ведомости и по ним затем вычисляют фотографметрические координаты $Y_{фп}$ и $Y_{пн}$.

Расстояние от оси трассы до точки поперечника вычисляют по формуле

$$l = (Y_1 - Y_{фп}) \sec \beta_{пн}$$

Поперечник строят и нумеруют масштабом по полученным расстояниям и отметкам.

Составление фронтальных планов

5.7. Для решения инженерно-геодезических задач по определению оптимального положения трассы и сооружений на круго косогорных и обрывистых участках местности по материалам наземной стереофотоизмерки в дополнение к топографическим планам, выполненным ортогональной проекцией местности на горизонтальную плоскость, целесообразно изготовлять фронтальные планы, где рельеф изображается фронталью, а элементы ситуации проецируются на вертикальную плоскость. Фронтальные планы составляют на участки территории со скалами, углы наклона которых достигают 45° и более. Плоскость проекции, в которой составляют фронтальный план, должна быть примерно параллельна направлению простирания склона.

5.8. Пространственное положение точек местности на фронтальном плане определяется абсциссой $X_{фп}^M$, высотой $Z_{фп}^M$ и отстоянием $Y_{фп}^M$ от фронтальной плоскости проекции V (рис.26).

Связь систем координат фронтального плана ($F, X_{фп}, Y_{фп}, Z_{фп}$) и геодезической системы координат $OXYZ$ для точки M оюна в соответствии с рис.26 выражается следующими зависимостями:

$$\left. \begin{aligned} X_{фп}^M &= X_Г^M \cos \varepsilon + Y_Г^M \sin \varepsilon - (X_Г^F \cos \varepsilon + Y_Г^F \sin \varepsilon), \\ Y_{фп}^M &= Y_Г^M \cos \varepsilon - X_Г^M \sin \varepsilon + (X_Г^F \sin \varepsilon - Y_Г^F \cos \varepsilon), \\ Z_{фп}^M &= Z_Г^M - Z_Г^F, \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

где ε - угол поворота оси абсцисс $X_{фп}$ относительно $X_Г$ (дирекционный угол фронтальной плоскости);

$X_{фп}^M, Y_{фп}^M, Z_{фп}^M, X_Г^M, Y_Г^M, Z_Г^M$ - координаты т.м. в системе реального плана и в геодезической;

$X_Г^F, Y_Г^F, Z_Г^F$ - геодезические координаты начала системы фронтального плана.

Формулы перехода от системы координат фронтального плана к геодезической системы координат, в которой составляются топографические планы, имеют следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} X^M &= X^F + X_{\Phi n}^M \cos \varepsilon - Y_{\Phi n}^M \sin \varepsilon, \\ Y^M &= Y^F + X_{\Phi n}^M \sin \varepsilon + Y_{\Phi n}^M \cos \varepsilon, \\ Z^M &= Z^F + Z_{\Phi n}^M. \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

Координаты фронтального плана связаны с фотограмметрической системой координат, принятой при наземной аэрофотосъемке S , X_{Φ} , Y_{Φ} , Z_{Φ} следующими зависимостями:

$$\left. \begin{aligned} X_{\Phi n}^M &= X_{\Phi n}^S + X_{\Phi}^M \cos \varphi - Y_{\Phi}^M \sin \varphi, \\ Y_{\Phi n}^M &= Y_{\Phi n}^S - Y_{\Phi}^M \cos \varphi - X_{\Phi}^M \sin \varphi, \\ Z_{\Phi n}^M &= Z_{\Phi n}^S + Z_{\Phi}^M, \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

где φ — угол поворота оси $X_{\Phi n}$ относительно оси абсцисс X_{Φ} фотограмметрической системы;

$X_{\Phi n}^M$, $Y_{\Phi n}^S$, $Z_{\Phi n}^S$ — координаты левого центра фотографирования S в системе координат фронтального плана.

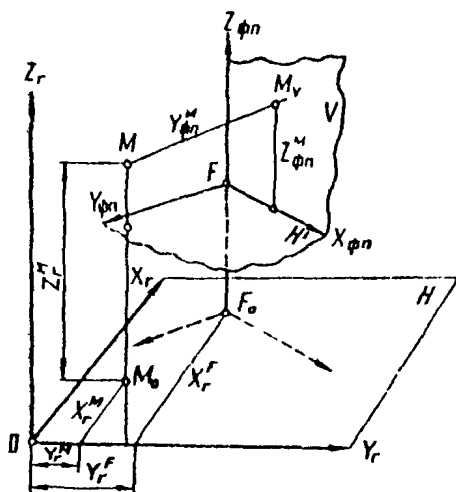


Рис. 26

Приведенные зависимости позволяют переходить от фронтальных планов к топографическим и наоборот с использованием получаемых при обработке снимков фотограмметрических координат точек местности.

Изображение отдельных форм при проектировании рельефа на вертикальную плоскость и основные свойства фронталей приведены в приложении 19.

5.9. Фронтальные планы по материалам наземной аэрофотосъемки можно составлять аналитически, опико-механическим и дифференцированным способами.

5.10. При аналитическом способе для получения координат точек фронтального плана используют зависимости (1) или (4) и составление фронтального плана выполняют нанесением на подготовленный планшет шкентных точек по координатам $X_{\Phi n}$, $Z_{\Phi n}$. Отклонения $Y_{\Phi n}$ каждой

нической точки подписывают на планшете. Интерполируя затем между полученными пикетами линии равных отстояний (франтики) через установленные интервалы (в м) наносят их положение на планшет. Аналогичным путем вычерчивают ситуацию.

5.11. Составление фронтальных планов удобно выполнять на универсальных приборах типа стереоавтографа, предназначенных для обработки снимков наземной стереофотоосъемки, а также практически на всех приборах, используемых при обработке аэроснимков (стереопланиграф, стерео-метрограф, стереопроектор, стереограф, мультиплекс).

5.12. Учитывая, что обработка снимков наземной стереофотоосъемки при проектировании рельефа и ситуации местности на вертикальную плоскость аналогична обработке аэроснимков, для составления фронтальных планов наиболее удобными являются стереофотограмметрические приборы воздушной съемки.

При использовании этих приборов обработка снимков наземной стереофотоосъемки производится известными в практике стереофотограмметрии методами. Особенностью является возможность ориентирования снимков в приборах по известным из геодезических измерений угловым и линейным установочным элементам. В связи с этим при использовании приборов воздушной съемки для обработки снимков наземной стереофотоосъемки возникают дополнительные требования к тщательному определению мест нулей всех шкал приборов.

5.13. Фронтальные планы обрывистых участков можно успешно составлять также с помощью приборов дифференцированного метода обработки аэроснимков. При этом для рисовки фронталей на снимках можно использовать топографические стереометры типа СТД-2, а составление фронтальных планов по снимкам с зарисованными фронталями можно производить с помощью одиночного проектора от мультиплекса или фотографическим путем с использованием фототрансформаторов.

Ориентирование контактных отпечатков обрывистых склонов при рисовке фронталей на стереометре выполняют так же, как при обработке аэроснимков в следующей последовательности.

1. Определяют места нулей всех шкал прибора путем его юстировки по контрольным юстировочным сеткам.

2. После установки на всех корректорах нулевых отсчетов контактные отпечатки, наклеенные на жесткую основу, укладывают в кассеты, совмещая главные точки с центрами вращения кассет.

3. Снимки ориентируются по начальным направлениям движениями M_d и M_n .

4. На корректорах ΔH и γ_1 устанавливают отсчеты, соответствующие приращению абсцисс B_y и углу сноса оптических осей, определенных при полевых измерениях

$$\Delta d = \frac{d B_y}{\gamma_0}; \quad \gamma_1 = \frac{d}{f} \varphi,$$

где d — длина линейки корректора ΔH ;
 $Y_0 = Y_{\Sigma A} - Y_{\Phi}^0$;
 φ_0 — угол наклона ;
 Y_{Φ}^0 — ординаты начальной опорной точки.

5. Проверяют соответствие вычисленных и измеренных разностей продольных параллаксов на четырех опорных точках, расположенных по углам стереопары, при этом

$$\Delta p = \frac{b \Delta Y_i}{Y_0 - \Delta Y_i} ,$$

где

$$\Delta Y_i = Y_{\Phi}^0 - Y_i ; \quad b = \frac{bf}{Y_{\Phi}^0}$$

Если расхождения вычисленных и измеренных разностей продольных параллаксов лежат в пределах $\pm 0,04$ мм, то считают ориентирование выполненным. При больших расхождениях ориентирование уточняют с помощью корректоров стереометра так же, как при ориентировании аэроснимков.

Устанавливая затем рассчитанные для каждой фронтальной отсчеты на параллактическом венте стереометра, положения фронтальной находят путем стереоскопического трассирования измерительной нити стереометра.

Применение стереометров для рисовки фронтальной возможно при отстояниях, соответствующих 6В-2,5В, и углах наклона $\pm 14^\circ$.

5.14. При съемке обрывистых участков с крутизной склонов более $75-80^\circ$ вместо графических фронтальных планов могут создаваться фронтальные фотопланы или фотосхемы, позволяющие максимально использовать фотоизображение местности при проектировании инженерных сооружений.

При нормальном случае съемки и расположении базиса, примерно, параллельно направлению простираения склона для получения фотопланов необходимо привести снимки к заданному масштабу относительно выбранного положения фронтальной плоскости и затем смонтировать их в единое изображение. Для этой цели можно использовать фототрансформаторы или увеличители с соответствующим размером прикладной рамки. Снимки к заданному масштабу приводят по известным расстояниям между координатными метками.

Определение объемов земляных работ

5.15. Материалы наземной стереофотосъемки можно использовать для определения объемов земляных работ в процессе строительства сооружений и разработки карьеров.

Объемы земельно-каменных работ при устройстве полов на косогорных участках местности, земляных масс в карьерах и котловинах, на-

сипей и плотин определены по снимкам повторной стереофотообъемки следующими способами:

- вертикальной сетки, который применяют, когда стенка эконома-торного вывоя отвесна и высота ее более 2-3 м;
- горизонтальной сетки, который используют при вертикальной планировке, в частности для котлована под проектную отметку и т.п., когда высота насыпи или вывоя грунта не превышает 3-4 м;
- способом профилей, применяемым совместно со способом горизонтальной сетки и позволяющим определять объемы земляных работ на больших площадях.

Во всех случаях до начала разработки котлована, карьера пойки или насыпи и после выработки проводят фототеводолитную съемку объекта с концов постоянного базиса фотографирования при нормальном положении оптической оси фотокамеры (рис.27).

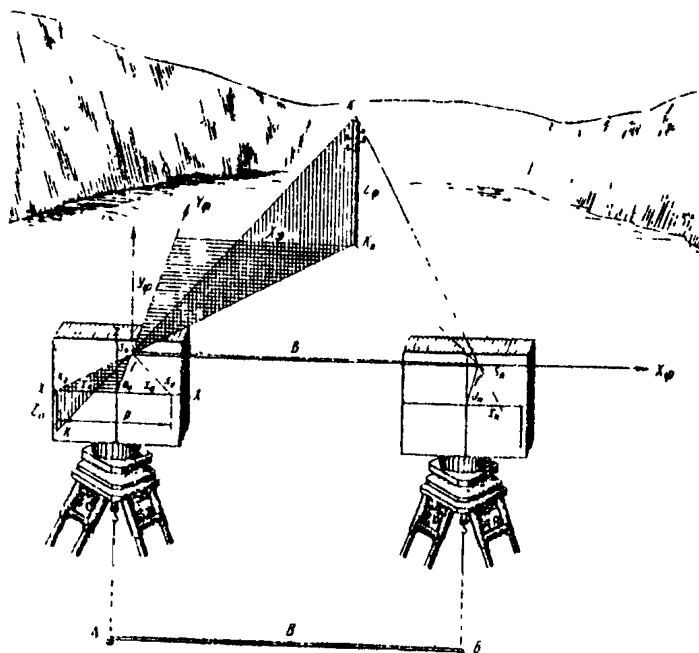


Рис. 27

5.16. Угловой способ определения объемов земляных работ по наземной или наземной стереофотоальбомной основе на известной фотографической системе координат углов вертикальной или горизонтальной сетки нанесенной на снимки, выполненные с закрепленных на местности точек фотографирования. По известным фотографическим координатам определяют объемы получаемых в результате выработки или насыпи грунта элементов фигур. Размеры их зависят от размеров принятой сетки, суммируя которые находят общий объем выработки.

Камеральную обработку снимков при определении объемов земляных работ выполняют на стереоскопическом или стереоальбомном аппарате.

Определение осадок и деформаций инженерных сооружений

5.17. Определение осадок и деформаций инженерных сооружений основано на последовательном фотографировании исследуемого объекта в период действия деформирующих сил с постоянных точек фотографирования и при неизменных ЭВО снимков. При фотографировании с одной точки определяют значения деформации в одной вертикальной плоскости (фотограмметрический способ), съемка объекта с жесткого базиса позволяет определять значения деформаций в пространстве (стереофотограмметрический метод).

5.18. При фотоаналитическом методе деформации определяют измерением на стереоскопическом аппарате координат специальных марок, установленных на изучаемом объекте.

По измеренным координатам марок x и z находят их пространственные фотограмметрические координаты X и Z по формулам:

$$X_i = Y_i \frac{r_i}{f_k}; \quad Z_i = Y_i \frac{z_i}{f_k}$$

где Y_i — расстояние от наблюдаемой марки до фотокамеры.

Аналогично обрабатывая снимки повторной съемки деформаций, определяют по равенствам пространственных фотограмметрических координат:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_i &= X_i^I - X_i; \\ \Delta Z_i &= Z_i^I - Z_i, \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

где X_i, Z_i — фотограмметрические координаты точки объекта при первой съемке;

X_i^I, Z_i^I — фотограмметрические координаты точки объекта при последующей съемке.

5.19. При стереофотограмметрическом методе определения деформаций о динамике исследуемого объекта судят по результатам сравнения

фотограмметрических координат идентичных точек, полученных на наблюдениях разных циклов.

Фотограмметрические координаты деформационных марок вычисляют по формулам нормального случая съемки, а величины смещения марок на измерениях двух стереопар определяют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_i &= X'_i - X_i = B \left[\frac{(x'_i - x_i) p_i - x_i \Delta p_i}{p_i^2} \right]; \\ \Delta Y_i &= Y'_i - Y_i = -B f_k \frac{\Delta p_i}{p_i^2}; \\ \Delta Z_i &= Z'_i - Z_i = B \left[\frac{(z'_i - z_i) p_i - z_i \Delta p_i}{p_i^2} \right], \end{aligned} \right\} \quad (88)$$

где

$$\Delta p_i = p'_i - p_i,$$

Величина деформации может быть также определена путем последовательного наближения двух левых и двух правых снимков, полученных в равных циклах наблюдений.

В этом случае:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_i &= \frac{B}{x_{1i} - x_{2i}} \left(\frac{\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}}{x_{1i} - x_{2i}} x_{1i} + \Delta x_{1i} \right); \\ \Delta Y_i &= -B f_k \frac{\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i}}{(x_{1i} - x_{2i})^2}; \\ \Delta Z_i &= \frac{B}{x_{1i} - x_{2i}} \left(\frac{\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}}{x_{1i} - x_{2i}} z_{1i} + \Delta z_{1i} \right), \end{aligned} \right\} \quad (89)$$

где

$$\begin{aligned} \Delta x_{1i} &= x'_{1i} - x_{1i} - \text{смещение изображений идентичных точек ле-} \\ \Delta x_{2i} &= x'_{2i} - x_{2i} - \text{вого и правого снимков по оси абсцисс;} \\ \Delta z_{1i} &= z'_{1i} - z_{1i} - \text{смещение изображений по оси ординат на ле-} \\ &\quad \text{вом снимке,} \end{aligned}$$

Приложение I

ФОТОТЕОДОЛИТНЫЙ КОМПЛЕКТ Photoe -- 19/1318

Фототеодолитный комплект Photoe -- 19/1318 содержит следующие инструменты и оборудование:

- а) фотокамеру;
- б) оптический теодолит;
- в) двухметровую базисную рейку;
- г) три взаимодополняющих триггера и три марки;
- д) три взаимодополняющих штатива;
- е) двадцать четыре деревянных касоват;
- ж) выстирочное устройство к фототеодолиту.

Инструменты и вспомогательное оборудование укладывают в ниши брезентовые чехлы, удобные для переноски.

Фотокамера, изготовленная из легкого сплава снабжена объективом "Ортопротар" с фокусным расстоянием 193-194 мм, постоянной диафрагмой с относительным отверстием 1:25 и постоянным желтым светофильтром.

Полезные углы изображения по горизонтали $\sim 47^\circ$, по вертикали $\sim 34^\circ$ (при положении объектива в центре). Для увеличения вертикального захвата многоступенчатый объектив можно перемещать в вертикальных направлениях на 30 мм вверх и 45 мм вниз от среднего положения, что обеспечивает вертикальный захват вверх от горизонта $\sim 26^\circ$ и вниз $\sim 29^\circ$.

Величину перемещения объектива по вертикали фиксируют с помощью специального указателя горизонта, который представляет собой коллиматор, укрепленный с внутренней стороны камеры. Входное отверстие коллиматора расположено в оправе объектива.

Максимальная дистанция объектива не превышает $1 \frac{1}{2}$ м. в фокальной плоскости его расположена металлическая фигурная прикладная рамка, к которой при съемке прижимается эмульсионный слой фотопластины.

Для фиксирования главной точки снимка на прикладной рамке имеются четыре координатных метки в виде зубчиков с круглыми отверстиями. Прямые, соединяющие центры круглых отверстий, являются соответственно осями X - X и Z - Z снимка, а их пересечение должно определять положение главной точки снимка. На прикладной рамке укреплен также пластина с маркировкой значения фокусного расстояния камеры, фиксируемую его на каждом снимке.

Для автоматической нумерации снимков и фиксации вида съемки камера снабжена нумератором и указателем вида съемки. Барельефные нумератора и указатели вида съемки позволяют установить номера снимков от 0 до 99 и шесть положений вида съемки: левая точка базиса - нормальный (А), окол влево (AL), окол вправо (AR); правая точка базиса - нормальный (В), окол влево (BL), окол вправо (BR).

В прикладной рамке есть четыре винтовых отверстия для упрощения выстирочного пр. приспособления.

Камера снабжена устройством для прижатия фотопластины в момент съемки к прикладной рамке.

Каассети вставляются в пазы подвижной рамки когда рама с помощью барабаника отжата от прикладной рамки. Пластинку прижимают к прикладной рамке после отжатия крышки каассеты. В рамку вместо каассеты может быть вставлена матовая стеклышко, которыми закрывают камеру в нерабочем положении. Камера имеет горизонтальное вращение, регулируемое микрометрическими и зажимными винтами. На верхней плоскости камеры укреплено ориентирное устройство, предназначенное для установки камеры в заданное положение относительно базиса фотографирования. Ориентирное устройство состоит из зрительной трубы с 21 - кратным увеличением, вращающейся вокруг вертикальной оси, лимба с минимальными делениями через 10 (20°) и отчетного микроскопа. Отсчет по горизонтальному лимбу производят между противоположными штрихами лимба, отличающимися друг от друга на 1800 (или 2000).

При повороте призма, установленной перед объективом зрительной трубы, с помощью барабаника вивирный луч наклоняется.

Для отсчитывания по барабанику и вертикальному кругу. Для грубой установки ориентирного устройства в стандартные положения (нормальный случай, скос влево, скос вправо) имеются соответствующие штрихи с маркировкой случая съемки (A, AL, AR, B, BL, BR).

На верхней плоскости камеры имеются два взаимноперпендикулярных цилиндрических уровня для установки вертикальной оси вращения камеры в отвесное положение. Здесь же находится контрольная площадка для установки нивелировочного уровня. В комплект входит нивелировочное устройство предназначенное для проверки совпадения нулевого диаметра ориентирующего приспособления с направлением оптической оси фотокамеры. Устройство крепится к прикладной рамке камеры, при этом лупа с шестикратным увеличением, перемещающаяся по вертикальной направляющей, вместе с объективом камеры образует вспомогательную зрительную трубу, в которой сиссектр является сеткой нитей.

В фототеодолитный комплект входит также оптический теодолит - тахеометр Тнео 030, предназначенный для работ по геодезическому обоснованию съемки и измерения параллактических углов при определении величин базисов фотографирования.

Теодолит имеет зрительную трубу с внутренней фокусировкой и 25-кратным увеличением. Отсчет по вертикальному и горизонтальному кругам производят с помощью штрихового микроскопа, окуляр которого расположен рядом с окуляром зрительной трубы. В поле зрения микроскопа видны горизонтальный (H_z) и вертикальный круги, на которых показаны градусы (или градусы) и доли минут (сантиград). Минимальное деление $1'$ (1°). Отсчет производят по вертикальным штрихам с точностью до 0,1 ($0^{\circ},1$).

Для удобства при измерении горизонтальных углов методом повторения теодолит снабжен устройством, обеспечивающим совместное и раздель-

ное перемещение лимба относительно алидады.

Визирная труба теодолита имеет площадку для установки уровня с целью использования теодолита для геометрического нивелирования.

Для определения длины базисов фотографирования в комплект входит разборная бивисная двухметровая рейка, состоящая из двух металлических трубок с рамками на концах. Внутри трубок расположены внутренние стержни со стеклянными визирными марками на концах. Рейка имеет круглый уровень для приведения ее в горизонтальное положение и коллиматор для установки рейки перпендикулярно к направлению намеряемой линии. В комплекте имеется также три металлических марок и взаимозаменяемых трегеров для установки инструментов на штативах. Это обеспечивает производство геодезических работ по трехштанговой схеме.

Поверки прибора

Поверки теодолита, визирной рейки, трегеров и марок производят методами, известными в геодезической практике и широко описанными в геодезической литературе.

Фототеодолитная камера должна обеспечивать выполнение следующих условий:

- вертикальная ось вращения камеры должна совпадать с осью вращения ориентирного устройства;
- оптическая ось камеры должна быть перпендикулярна плоскости прикладной рамки и вертикальной оси вращения инструмента;
- оптическая ось камеры должна пересекаться с осью вращения инструмента;
- плоскость юстировочной площадки должна быть перпендикулярна плоскости прикладной рамки;
- оси цилиндрических уровней, установленных на корпусе камеры, должны быть перпендикулярны оси вращения камеры;
- ось вращения призмы ориентирного устройства должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения инструмента и оси визирной трубы;
- при совмещении нулевых штрихов ориентирного устройства визирная ось визирной трубы и геометрическая ось камеры должны лежать в одной плоскости;
- линии, соединяющие координатные метки на прикладной рамке прибора ($X - X$ и $Z - Z$), должны находиться в одной плоскости, быть взаимноперпендикулярными и пересекаться в оптической оси камеры (в главной точке снимка). При этом ось $- Z$ при правильной установке прибора по уровням должна быть вертикальна;
- камера и наосети не должны в закрытом положении пропускать свет.

Рабочие поверки фототеодолитной камеры выполняются в следующей последовательности.

1. Цилиндрические уровни на корпусе камеры устанавливают обычным способом, в положении, когда их оси перпендикулярны оси вращения инструмента. Эту операцию выполняют при установленной в камеру кассете с фотопленочником.

Для определения перпендикулярности оптической оси камеры вертикальной оси вращения инструмента камеру горизонтируют по предварительно исправленным уровням. После этого на соответствующую плоскость писторовочной площадки устанавливают лазерный накладной уровень нулевой которого при соблюдении этого условия должен находиться на середине деления (10"), то установочные уровни приводят в соответствие с ним с помощью исправительных винтов этих уровней.

То же самое выполняют и в перпендикулярном направлении оптической оси. При этом определяют перпендикулярность оси вращения инструмента линии X - X прикладной рамки.

При значительных отклонениях контрольного уровня от установочных (более трех делений деления) камеру следует исправить.

3. Для проверки правильности вращения призмы ориентирующего устройства, после горизонтирования камеры, визируют зрительной трубой на нить отвеса, находящегося в 6-10 м от инструмента, наклонив с помощью барабаника линии визирования. При этом крест нитей не должен сходить с отвеса более чем на толщину нити отвеса (1 - 2 мм) в продольном положении призмы. При больших отклонениях инструмент должен быть исправлен.

Нулевой диаметр ориентирующего устройства должен располагаться в одной плоскости с геометрической осью камеры. Для проверки этого условия на прикладную рамку камеры укрепляют писторовочное устройство, точно совмещая штрихи на стеклянной пластинке с центрами координатных меток прикладной рамки камеры. Установив затем на горизонтальном круге ориентирующего устройства отчет, равный $0^0 00, 0$, визируют камерой наводят зрительную трубку на удаленную четко очерченную точку местности. Наблюдая эту же точку через луну ориентирующего устройства, которая в сочетании с объективом камеры образует зрительную трубку, определяют положение наблюдаемой точки относительно биссектрисы. При правильном положении ориентирующего устройства на камере наблюдаемый предмет должен располагаться точно в центре устройства.

При Beobлюдении такого положения направляющим винтом камеры вводят наблюдаемую точку в биссектор и, ослабив зажимные винты лимба ориентирующего устройства, действуя исправительными винтами, поворачивают ориентирующее устройство на корпусе камеры до положения, когда вертикальная нить трубы совпадет с наблюдаемой точкой. После закрепления зажимных винтов необходимо повторить проверку.

5. При правильной установке камеры по уровню ось прикладной рамки должна быть вертикальной. Для проверки этого условия фотографируют неподвижный объект, вывешенный в 8-10 м. Снимок затем устанавливается в стереоскопаторе и точно ориентируют по оси $Z - Z$. Если эта ось была при съемке вертикальна, то марки, перенесенная штурвалом Z , не должны сходить с изображения объекта на снимке. Отклонения не должны превышать 0,02 мм.

6. Взаимная перпендикулярность осей x , y и $Z - Z$ проверяется на эталонных пластинках, получаемых следующим образом.

Фотокамеру устанавливают в тонкой камере объективом вниз и на плоскость прикладной рамки укладывают наклеенную пластинку, которую прижимают толстым стеклом. Закрыв камеру сверху светонепроницаемой тканью, на открытый объектив направляют источник света и вывешивают пластинку. Получают две-три эталонные пластинки. После фотобработки эталонные пластинки ориентируют в стереоскопаторе по одной из осей ($x - x$). Наведя марку на одну из вертикальных меток, движением штурвала Z переводят ее на другую метку. Отклонение марки не должно превышать 0,02 мм. Одновременно измеряют координаты точек и вычисляют расстояния между метками и теоретическим положением главной точки (см. п. 8 настоящего приложения).

7. К рабочим поправкам относятся также определения элементов внутреннего ориентирования камеры — фокусного расстояния камеры и положения главной точки снимка относительно координатных осей. Для этого установленный на местности фототеодолит тщательно горизонтируют и направляют, где имеются в дальнем плане (3 — 4 км) несколько четких контурных точек (фабричные трубы, колокольни, столбы, мачты и т.п.), и производит фотографирование на 2-3 пластинки.

Над коллиматором, определяющим положение объектива фототеодолита, устанавливают теодолит и измеряют с точностью $\pm 3'' - 5''$ горизонтальные и вертикальные углы на три-пять удаленных точек местности, расположенных так, как показано на рисунке.

После фотобработки снимков их ориентируют в стереоскопаторе и определяют координаты точек, на которых были измерены углы.

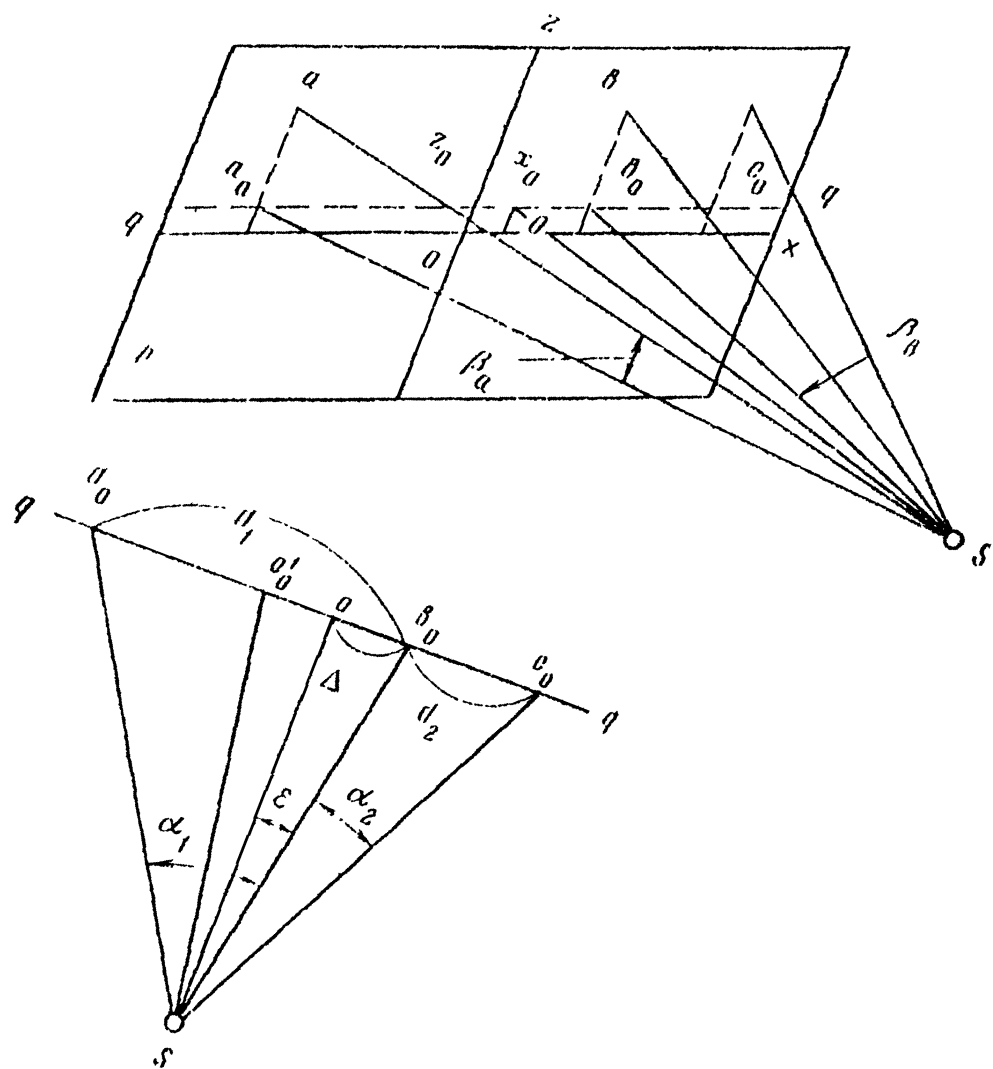
Элементы внутреннего ориентирования вычисляют на основании следующих зависимостей.

Пусть O^1 — начало координат снимка, O — главная точка снимка с координатами x_0 и z_0 (см. рисунок).

a, b, c — изображение на снимке некоторых удаленных точек;

α_1 и α_2 — горизонтальные углы между направлениями на эти точки, измеренные теодолитом.

Из треугольников b_0SO , a_0SO и c_0SO получим:



$$\begin{aligned} f &= \Delta \operatorname{ctg} \varepsilon; \\ f &= (d_1 - \Delta) \operatorname{ctg} (\alpha - \varepsilon); \\ f &= (d_2 + \Delta) \operatorname{ctg} (\alpha + \varepsilon). \end{aligned}$$

Неизвестными являются Δ и ε .

После логарифмических преобразований на основании этих выражений будем иметь:

$$\operatorname{ctg} \varepsilon = \frac{d_1 + d_2}{d_2 \operatorname{ctg} \alpha_2 - d_1 \operatorname{ctg} \alpha_1};$$

$$\Delta = d_1 (\operatorname{ctg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \varepsilon + 1) \sin^2 \varepsilon = d_2 (\operatorname{ctg} \alpha_2 \operatorname{ctg} \varepsilon - 1) \sin^2 \varepsilon.$$

Если в процессе фотографирования камеру ориентировать на одну точку то $\angle \varepsilon$ всегда может быть достаточно мал, поэтому

$$\Delta = \varepsilon d_1 (\operatorname{ctg} \alpha_1 + \varepsilon) = \varepsilon d_2 (\operatorname{ctg} \alpha_2 - \varepsilon).$$

Определив значения ε и Δ , получим:

$$f = \Delta \operatorname{ctg} \varepsilon \quad \text{и} \quad x_0 = x_0 - \Delta.$$

Используя значения измеренных тоодолитом вертикальных углов β , вычлдим для точек а, б, с координаты $Z_{\text{выч}}$ из выражений:

$$Z_{a \text{ выч}} = \frac{f}{\cos (\alpha_1 - \varepsilon)} \operatorname{tg} \beta_a;$$

$$Z_{b \text{ выч}} = \frac{f}{\cos \varepsilon} \operatorname{tg} \beta_b;$$

$$Z_{c \text{ выч}} = \frac{f}{\cos (\alpha_2 + \varepsilon)} \operatorname{tg} \beta_c.$$

Сравним их с измеренными по снимкам:

$$Z_{0_1} = Z_{a \text{ изм}} - Z_{a \text{ выч}};$$

$$Z_{0_2} = Z_{b \text{ изм}} - Z_{b \text{ выч}};$$

$$Z_{0_3} = Z_{c \text{ изм}} - Z_{c \text{ выч}}.$$

Для контроля и повышения точности определения элементов внутреннего ориентирования необходимо фотографировать с одной станции две независимые системы, по три точки в каждой. В каждой такой системе одна из точек центральная, по которой ориентируется геометрическая ось камеры, а две другие должны располагаться по возможности по краям снимка.

Значения элементов внутреннего ориентирования (f , x_0 и Z_0) получают как среднее из двух измерений.

Следует заметить, что определять элементы внутреннего ориентирования необходимо только после того, как установлено, что кассеты и прижимное устройство камеры обеспечивают плотное прилегание пластинок к прикладной рамке камеры.

Схема определения элементов внутреннего ориентирования и образцы ее выполнения приведены в табл. 1 и 2.

Т а б л и ц а 1

Измеренные горизонтальные и вертикальные углы и
координаты точек свая

Обозначения и описание точек	Горизонталь- ные углы α	Вертикаль- ные углы β	Координаты точек	
			X, м	Z, м
а. ствол линии свая	15° 59' 01"	10° 27' 01"	-56,22	+1,67
в. церковь	20° 36' 32"	10° 14' 10"	-2,50	10,87
с. отдельное дерево		10° 19' 21"	+70,10	+1,19

Т а б л и ц а 2

Вычисленные элементы внутреннего ориентирования

Обозначения	Результаты	Обозначения	Результаты
$d_1 - x_0 - x_{11}$	+55,72	$d_1 - \Delta$	+57,325
$d_2 - x_0 - x_0$	+72,60	$\alpha_1 - \epsilon$	+16,8007
$d_1 - d_2$	178,82	$\text{ctg}(\alpha_1 - \epsilon)$	9,3469
$\text{ctg} \alpha_1$	8,4411	f	198,67
$\text{ctg} \alpha_2$	2,65 92	$f_{\text{ср}}$	198,86
$d_2 \text{ctg} \alpha_2$	198,06	$\text{tg} \beta_a$	10,00786
$d_1 \text{ctg} \alpha_1$	194,52	$\text{tg} \beta_b$	10,00412
$d_2 \text{ctg} \alpha_2 - d_1 \text{ctg} \alpha_1$	-1,46	$\text{tg} \beta_c$	10,00569
$\text{tg} \epsilon$	-0,01168	$f \text{tg} \beta_a$	+1,524
ϵ	-0 39 06	$f \text{tg} \beta_b$	10,799
$d_2 \text{ctg} \alpha_2 \epsilon$	-2,195	$f \text{tg} \beta_c$	+1,091
$-\epsilon^2 d_2$	-9	$\cos(\alpha_1 - \epsilon)$	0,95815
Δ	-2,204	$\cos \epsilon$	0,99994
$d_1 \text{ctg} \alpha_1 \epsilon$	-2,212	$\cos(\alpha_2 + \epsilon)$	0,98995
$\epsilon^2 d_1$	+7	$Z_a \text{ выч}$	1,59
Δ	-2,205	$Z_b \text{ выч}$	0,80
$x_0 - x_0 - \Delta$	-0,80	$Z_c \text{ выч}$	11,16
$d_2 + \Delta$	+70,395	$Z_0 - Z_a - Z_a \text{ выч}$	+0,07
$d_2 + \epsilon$	19 57 20	$Z_0 - Z_b - Z_b \text{ выч}$	+0,08
$(\alpha_2 + \epsilon)$	2,75 392	$Z_0 - Z_c - Z_c \text{ выч}$	+0,08
	198 86	$Z_{\text{ср}}$	10,06

8. Для определения правильности прилегания плоскости пластинок к прикладной рамке камерн производит контрольную съемку с учетом совмещением всех 24 плоскост комплекта. Предварительно рекомендуется тщательно осмотреть состояние кассет (пружины и ланки, удерживающие шпатель в кассете), прижимное устройство и протереть бархоткой резин прикладной рамки. По полученным снимкам в стереоскопическом измерителе измеряют координаты меток после ориентирования снимка вдоль осей с - i прибора по горизонтальным меткам.

После этого вычисляют расстояния между метками и между началом координат (i 0) и соответствующими метками (см. рис. 2 Указания)

$$l_1 = \frac{1}{2} \sqrt{x_3^2 + x_4^2} \cdot r_1$$

$$l_2 = x_2 - \frac{1}{2} \sqrt{x_3^2 + x_4^2} \cdot r_1$$

$$l_3 = z_3 - z_1$$

$$l_4 = z_1 - z_4$$

$$l_5 = x_2 - x_1$$

$$l_6 = z_3 - z_4$$

Аналогичные измерения выполняют и по эталонным снимкам (см. п. 6 настоящего приложения), получая соответственно l_1^0 , l_2^0 , l_3^0 , l_4^0 , l_5^0 , l_6^0 .

Если $l_1^0 = l_1$ и $l_6^0 = l_6$ с точностью $\pm 0,03$ мм, то прилегание пластинок можно считать нормальным. При больших расхождениях необходимо выявить характер и причину непряжия пластинок и принять меры к его устранению.

Сравнивая полученные и эталонные отрезки l_i и l_i^0 , получают разности $\Delta l_i = l_i - l_i^0$, по которым судят о характере непряжия. При этом параллельное смещение пластины (параллельный непряж) имеет место, если $\Delta l_1 = \Delta l_2$ и $\Delta l_3 = \Delta l_4$.

$$\text{В этом случае } \frac{\Delta l_1}{l_1^0} = \frac{\Delta l_6}{l_6^0}$$

Если плоскость пластины не параллельна плоскости прикладной рамки, $\Delta l_1 \neq \Delta l_2$ и $\Delta l_3 \neq \Delta l_4$.

Непряж может быть по следующим основным причинам:

- потертость угольников в кассетах;
- ослабление кабоотных пружин;
- неисправность или недостаточный ход прижимного устройства;
- кривизна фотоизвотиннок.

Так как кассеты комплекта I918 рассчитаны на пластинки толщиной от 1,5 до 2,5 мм, а фототеродолатные пластины имеют в среднем толщину 1,1 ~ 1,2 мм, то для обеспечения хорошего прижима при вырядке кассет под пластинку следует подкладывать такое же отелю (использованную пластину).

При недостаточном ходе прижимного устройства, когда может образоваться параллельный наприжим или нарекос пластины, следует несколько отогнуть ланки, ударживающие пластинку в кассете, что позволяет пластинке дополнительно перемещаться вперед и прижаться к прикладной рамке камеры.

ФОТОТЕОДОЛИТИННЫЙ КОМПЛЕКТ УМК 10/131Я

Последняя модель фототеоодолитного комплекта УМК 10/131Я содержит:

- а) фотокамеру;
- б) 24 кассеты;
- в) набор цветных светофильтров;
- г) юстировочное устройство;
- д) видоискатель;
- е) ящик электрических батарей;
- ж) два штатива;
- з) визирную марку.

Все составные части комплекта помещены в удобный переносный ящик. Фотокамера оснащена объективом типа "Leitner" с фокусным расстоянием 100 мм.

Объектив практически свободен от дисторсии и позволяет получать снимки с полезным размером кадра 20 x 166 мм. Конструкция объектива позволяет фиксировать среднее съёмочное расстояние в восьми положениях от ∞ до 0,6 м. Установленное расстояние можно считать по шкале; одновременно дополнение к постоянной величине фокусного расстояния фиксируется на фотоснимках.

В фотокамеру встроены центральный затвор, позволяющий выбирать величины экспозиции в пределах от 1 до 1/400 сек, а также экспозицию "от руки".

Диафрагма камеры переменная и может меняться в диапазоне от 1:8 до 1:32.

На фотоснимке изображаются следующие параметры съёмки:

- величина фокусного расстояния для отстояния $Y = \infty$;
- дополнение к величине фокусного расстояния в соответствии с режимом фокусировки;
- номер снимка (от 0 до 72);
- обозначение точки стояния камеры и вида съёмки (A, B, A1, AR, BL, BR).

Нижняя часть прибора, держащая систему для ориентирования, оснащена двумя опорами, в подлинники которых вставляются насадку с камерой при помощи цапф, прикрепленных к корпусу камеры. Это позволяет осуществлять следующие положения камеры:

- горизонтальное направление съёмки при горизонтальном положении формата кадра;

- горизонтальное направление съёмки при вертикальном формате кадра;

- съёмка с оптической осью, направленной вертикально вверх.

Одностороннее направление оптической оси фотокамеры и системы для ориентирования орудия отличаются с высокой точностью и контролируются при помощи уровней.

Технические данные

Фотокamera

Фокусное расстояние объектива 100 мм
 Максимальная дисторсия от ± 5 до ± 10 мк
 Выдержки затвора В, Т от 1 до 1/4000 сек
 Числа диафрагмы от 8 до 32
 Расстояния до объектов съёмки... 30; 00; 25; 12; 8; 6; 5; 4,2;
 3,6 м

Углы поля зрения:

горизонтальный 88°

вертикальный 68°

Напряжение питания 12 в

Ориентировочное устройство

Увеличение зрительной трубы 16^x
 Диаметр объектива 32 мм
 Поле зрения 2,8°
 Минимальная дистанция вывиривания 0,8 м
 Максимальный угол наклона визирного луча $\pm 20^\circ$
 Точность отсчёта угла наклона 1°

Горизонтальный круг

Диапазон измерений от 0 до 400°

Цена деления шкалы 20°

Точность отсчёта при помощи микрометра... 2^{ss}

Уровни

Диапазон круглого уровня 15°

Точность цилиндрических уровней (угол наклона при перемещении пузырька на 2 мм). 64^{ss}

ИНДИКАТОР ПРИЖИМА ЦИНИС

Индикатор позволяет контролировать прижим фотопластинок к плоскости прикладной рамки камеры в процессе фотографирования. Принцип действия устройства заключается в следующем.

В момент прижатия держатели кассеты с фотопластинкой к прикладной рамке камеры (при выдвинутой шторке) стекло нажимает на контакты, прикрепленные к координатным меткам, и замыкает электрическую цепь.

При полном прижме загораются четыре лампочки. Неполное прижатие лампочки сигнализируют о недостаточном прижме на соответствующих координатных метках.

Устройство состоит из электрических контактов, сигнальной системы в виде электролампы и источника питания.

Электрические контакты 1 (рис. 1) изготовлены в виде пружины из металлической ленты (хром, никель) и в выпрямленном виде имеют форму полоски с размерами 1,0 x 8,0 мм при толщине полоски 0,01 - 0,02 мм.

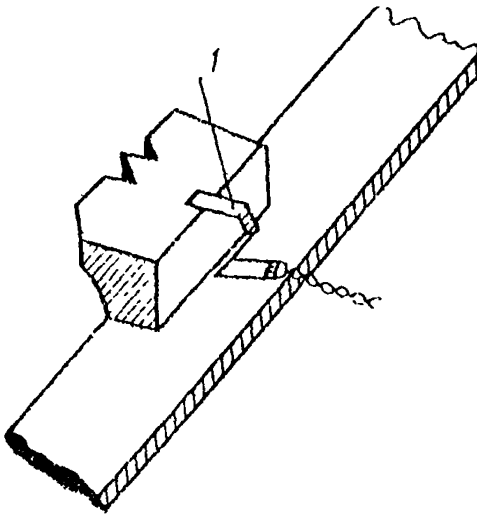


Рис. 1

Для сохранения контактов при движении шторки их приклеивают к корпусу из пластмассы 0,4 мм.

Сигнальные лампочки типа СМ-37 укреплены на общей токопроводящей пластине, соединенной с одним из выводов источника питания через контакты K_1 , K_2 , K_3 , K_4 и концевой выключатель типа МП-В.

Контакты соединены с соответствующими лампочками через резистор типа РН 10-5 (рис. 2).

Все устройство заключено в коробку, имеющую четыре окна для лампочек и приспособленную к фотоаппарату с помощью резьбы.

Устройство не вносит изменений в конструкцию фотоаппарата, но для подвода электропроводов к контактам необходимо высверлить отверстие диаметром 0,8 мм во внутреннюю полость камеры между двумя барабанами на левой шке фотоаппарата.

Размеры (в см) индикатора прижми, изготовленного для фото-

исполнить Platten - 12/1318 "К.Полко,Мана", приведен на рис.8.

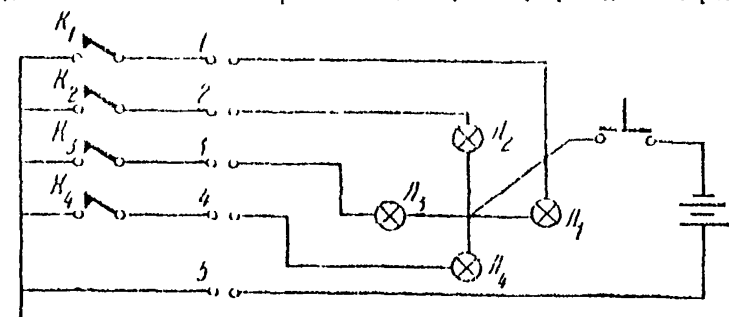
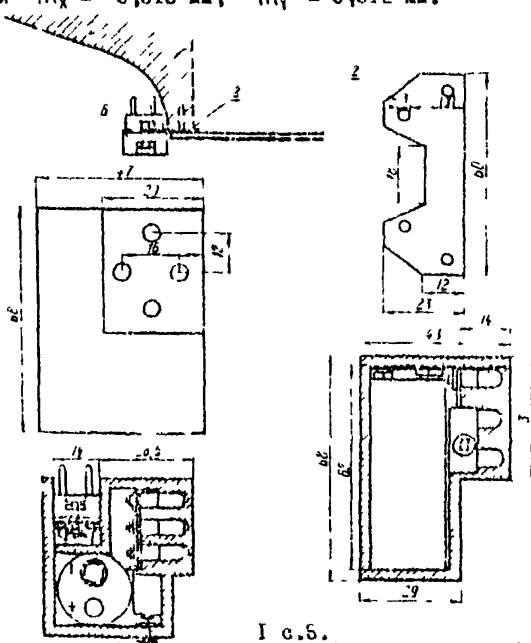


Рис.2

Применения аккумулятора 7Д-0,1 с вырядным устройством позволяет использовать индикатор без подвардки и течения 7 ч непрерывной работы.

Правильно выполненный индикатор помогает фиксировать прилегание фотопластинок к прикладной рамке камеры со средней квадратической ошибкой $m_x = \pm 0,018$ мм, $m_y = \pm 0,012$ мм.



Г с.б.
1 - фото водолит; 2 - опорная скоба

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫЙ ПЛАНШЕТ ¹

Реконгносцировочный планшет (рис.1) применяют при определении на местности базисных точек и границ съемки с каждого обьекта.

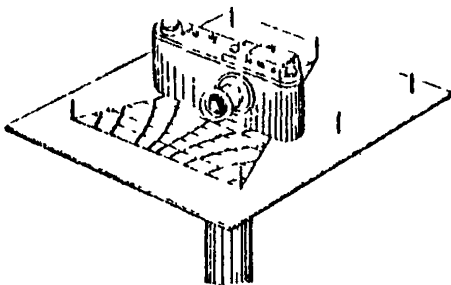
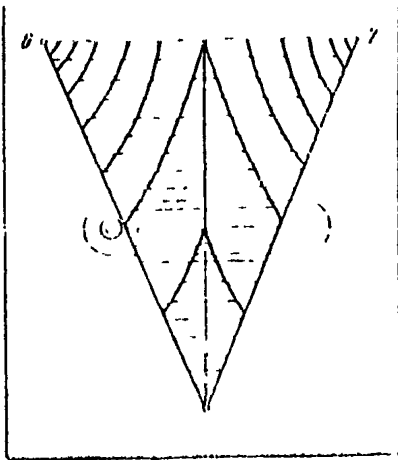


Рис.1

Планшет изготовляют из фанеры или дюралюминия толщиной 6-8 мм размером 200-250 мм и устанавливают в тросгор от тандемной или устаночной стойки (цирелевую трубку соответствующей длины и диаметра).

На планшет укрепляют съёмную визирную целику для ориентирования планшета и определения границ съёмки, штык для крепления малоформатной фотокамеры и для упора, фиксирующей камеру в положении, когда ее оптический ось совпадает с осью, прочерченной на планшете.

При реконгносцировке на левой точке начального базиса фотографировании укрепляют установочную стойку или штатив с планшетом. При помощи прикладного уровня планшет нивелируют, а затем, используя визир-

ные целики (1-2 для нормального случая или 1-8, 2-4 при равномерно отклоненной съёмке), ориентируют по линии базиса, а по визирным целям 5-6, 5-7 определяют границы съёмки в горизонтальной плоскости.

Ожидаемую плановую и высотную точность в положении конкретных точек на местности (в зоне проектируемой трассы или сооружения) оп-

¹ Разработан А.С. Киселициным.

ределяют по диаграмме ошибок, укрепленной на планшете (рис.2).

Эту диаграмму строят на основании теории ошибок фототеодолитной съемки.

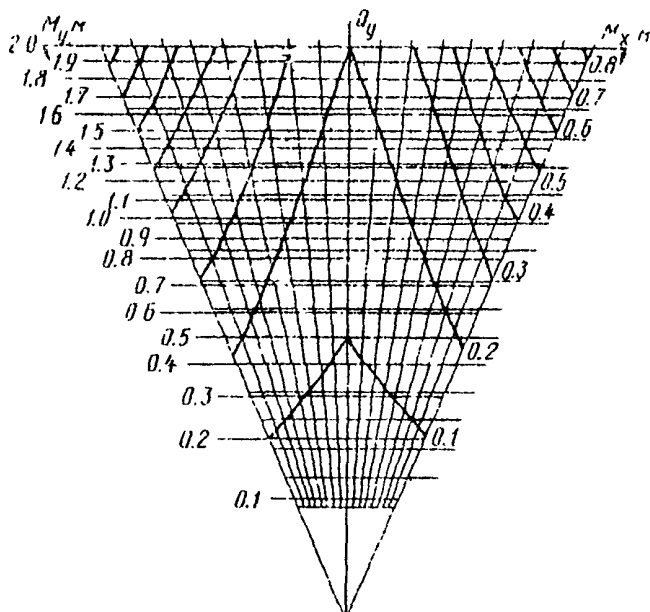


Рис.2

Для нормального случая съемки точность полученная пространственных координат точек оценивается по следующим формулам:

$$\left. \begin{aligned} M_x^2 &= \left(\frac{Y^2 x_1}{bf^2} \right)^2 \mu_p^2 + \left(\frac{Y}{f} \right)^2 \mu_{x_1}^2 + \left(\frac{Y x_1}{bf} \right)^2 \mu_b^2 \dots (a) \\ M_y^2 &= \left(\frac{Y^2}{bf} \right)^2 \mu_p^2 + \left(\frac{Y}{b} \right)^2 \mu_b'^2 \dots (b) \\ M_z^2 &= \left(\frac{Y^2 z_1}{bf^2} \right)^2 \mu_p^2 + \left(\frac{Y}{f} \right)^2 \mu_{z_1}^2 + \left(\frac{Y z_1}{bf} \right)^2 \mu_b^2 \dots (c) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Оторосим слагаемое, содержащее ошибку μ_0 на том основании, что базис фотографирования, как правило, измерят с избыточной точностью. Вспомогательная, что ошибка μ_0 действует на χ сильнее, чем на Y, Z .

В формулу (6) введем слагаемое $(\frac{Y}{f})^2 \mu_1$ по следующим причинам: главное расстояние фотокамеры f определяется с высокой точностью, но в процессе работы оно изменяется, что может быть учтено измерением соответствующих величин негатива на стереокомпараторе. Величина f определится при этом с ошибкой измерения на стереокомпараторе. Новый член формулы компенсирует также влияние слагаемого, содержащего ошибку μ_0 .

Вспомогательная, что $\frac{Y}{f} = m_1 \frac{\chi}{b}$ — анаморфный масштаб изображений, введи коэффициенты: $Q_X = \frac{m_1}{b}$; $Q_Y = \frac{Y}{b}$; $Q_Z = \frac{Z}{b}$ и приняв

$$\mu_P = \mu_f = \mu_{\chi_1} = \mu_{\chi_2} = \mu,$$

после несложных преобразований получим:

$$\begin{aligned} M_X &= m_1 \mu \sqrt{1 + Q_X^2}, \\ M_Y &= m_1 \mu \sqrt{1 + Q_Y^2}, \\ M_Z &= m_1 \mu \sqrt{1 + Q_Z^2} \end{aligned} \quad (2)$$

Во все выражения ошибок множителем входит масштаб изображения в точке. В каждом присутствует множитель, показывающий, во сколько раз соответствующая координата больше базиса. Именно потому ошибки M_Y всегда более M_X и M_Z , так как Y всегда превосходит X и Z .

По физическому смыслу коэффициент Q_Y является характеристикой параллактического угла на данной точке при данной величине базиса.

По величине Q_Y близко к котангенсу параллактического угла и точнее $Q_Y \approx 2 \operatorname{ctg} \frac{\lambda}{2}$.

Аналогично Q_X и Q_Z близки к котангенсам соответствующих параллактических углов, которые получились бы при рассмотрении базисных расстояний, равных абсциссе и аппликате точки.

Величины Q удобно считать координатами в системе, когда за единицу измерения принят базис. Назовем их приведенными (масштабированными) координатами.

Из формул (2) видно, что приведенные координаты определяют в основном ошибку пространственного положения точек.

Построив графики линий $M_X = a$; $M_Y = b$; $M_Z = c$ получим диаграмму ошибок (см. рис. 2).

Диаграмма пригодна для любого базиса, если учесть коэффициенты перехода от координат X, Y, Z к коэффициентам Q_X, Q_Y, Q_Z . Она наглядно показывает распределение по площади ошибок M_X и M_Y . Моделли M_X могут служить и изолинии M_Z , так как их выражения аналогичны.

Для определения ошибок в плановом положении точек служит график

$$M_5 = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

На рис. 2 линия равных значений M_5 проведена штрихами.

Ожидаемые ошибки определяют после ориентирования плоскость на левую точку базиса фотографирования.

Определив примерное расстояние от точки стояния до определяемой точки, откладывают его по диаграмме по направлению на точку в любую диаграмму; определяют значения Q_y и Q_x и, выйдя из базиса, ожидают ошибки.

Чтобы обеспечить заданную точность определения точек, на нулевых направлениях находят точки с требуемой M_5 и определяют для них Q_x и Q_y . Затем приближенно (по карте или по аэроснимкам) определяют расстояние до точек и вычисляют минимальную длину базиса фотографирования. Если такой базис на местности выбрать невозможно, что случается в горных условиях, то, кроме приближения к объекту, уменьшения ожидаемой ошибки можно добиться разворотом базиса с тем, чтобы приблизить перпендикуляр объекта к оси съемки.

Аналогично определяют допустимость ожидаемой ошибки M_z . Приближение объекта над горизонтальной плоскостью, проходящей через центр объектива на левой точке стояния, определяют с помощью простых угломерных инструментов, используя расстояния, определенные по аэроснимкам или картам.

Уменьшения ошибки M_z можно достигнуть (в горной местности) переносом базиса по высоте, чтобы Q_z уменьшилось по абсолютной величине.

Ж У Р Н А Л
фототехнологической съемки

Участок работ _____

Наименования и адрес проектного института _____

Журнал начат _____ закончен _____

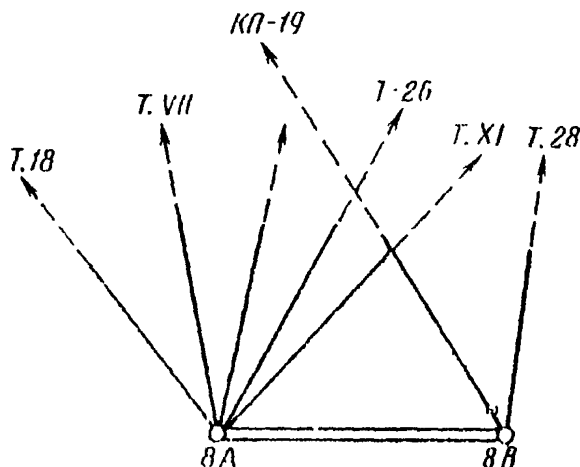
В журнале пронумеровано _____ страниц

Исполнитель _____

Дата 21/VII 1960 г. Базис В. Начало 10-00. Конец 11-50

Погода: ясно, слабый ветер

Схема расположения контрольных точек и
точек геодезического обоснования



ЖУРНАЛ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ

Горизонтальные оси	А			В			Примечание
Положение оси	AL	A	AR	BL	B	BR	$i_{BA} = 1,10$ м
Номера снимков		80,31	82,33		84,85	86,87	$i_{BB} = 1,21$ м
Номера кадров		13,14	15,16		17,18	19,21	угол скоса $\varphi \approx 80^\circ$
Экспозиция		10,10	10,10		9,9	9,9	Кадров № 20 засвечена
Положение объектива		-40+80 +80-40			-40+80 +80-40		

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИИ БАЗИСОВ

Точки визи- рования	Отсчеты по- горизонталь- ному кругу	β γ	γ	табличное
		Точка 8А		
Левая	188°47' 1"			
Правая	190°48' 6"		2°01' 5"	
Правая	200°56' 0"	12°08' 9"	2°01' 488"	$\gamma_{\text{ср}} = 2^{\circ}01' 492''$ 2°01' 29,5"
Левая	0°34' 3"			
Правая	12°43' 8"	12°09' 0"	2°01' 500"	$\delta = 56', 587$

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ

Наименование точек наблюдения	Горизонтальный круг				Вертикальный круг			Высота знака, м V	Примечание
	КП КЛ	Гс = КП-КЛ	Среднее на- правление	Приведен- ные нап- равления	КП КЛ	МО	β		
т.УН	0°00 0" 0,6	-0,6	0°00 8"	Станция 8А 0°00 0"	98°22 6" 266°38 3"	+0,45	-3°23 05"	1,90	Наблюдалось перекрещиваь ветки
КП-19	73°10 2" 10,8	-0,6	73°10 5"	73°10 2"	104°21 2" 255°39 4"	+ 0,30	-14°21 5"	0	
т.Х	90°08 6" 90,8	-0,4	90°08 8"	90°08 5"	92°27 0" 267°33 9"	+ 0,45	-2°27 55"	1,45	
	103°46 3" 47,0	-0,7	103°46 7"	103°46 4"	76°15 1" 283°45 6"	+ 0,35	+13°45 25	1,90	
Куст	285°34 8" 35,4	-0,6	285°35 1"	285°34 8"	74°27 8" 285°33 0"	+0,40	+15°32 6"	-	Наблюдалась вершина куста
т.УП	0°00 0" 0,6	-0,6	0°00 35"	0°00 0"					


Приложение 6

ЖУРНАЛ ПОЛЕВОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА НЕГАТИВОВ

№ базисов и дата съёмки	№ снятков	Наружные дефекты и фото- качество	Отклоне- ние от эталона	Общая оценка	Примечание
В 21/УП-60	А - 80	Хорошо	0,05	+	Переснять
	А - 81	Хорошо	0,05	+	
	В - 84	Хорошо	0,0	+	
	В - 85	Хорошо	0,2	-	Переснять
	А - 82	Удовлет- воритель- но	0,0	+	
	А - 88	Хорошо	0,05	+	
	В - 86	Удовлет- вори- тельно	0,0	+	
	В - 87	Удовлет- вори- тельно	0,05	-	

Приложение 7

ЖУРНАЛ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ

КООРДИНАТЫ МЕТКИ	Отсчеты I, мм	Отсчеты Z, мм	$L_2 = I_2 - I_1$ $L_0 = Z_3 - Z_4$	ΔL_1 ΔL_0	ℓ_1 ℓ_2 ℓ_3 ℓ_4	$\Delta \ell$	ФОРМУЛЫ
I	30,46		СИММЕТРИЯ А 30				
	192,38		161,95	+0,02			
		465,92					
			114,08	+0,01			
II		351,84	СИММЕТРИЯ Б 37				$L_0 = 161,91$ $L_1 = 114,07$ $\ell_1 = 80,86$ $\ell_2 = 61,05$ $\ell_3 = 57,02$ $\ell_4 = 57,05$ $K_1 = \frac{L_0}{L_1} = 1,20$ $K_2 = -\frac{2\ell_1 - \ell_2}{\ell_3 - \ell_4} = 2,25$ $K_3 = \frac{\ell_1 - \ell_2}{\ell_3 - \ell_4} = -5,85$
	31,34	408,55			80,98	+0,10	
	198,40	408,53	162,06	+0,15	81,08	+0,05	
	112,52	465,60			57,06	+0,04	
III			114,14	+0,10			
	112,52	351,46			57,07	+0,02	

$$\partial f = K_0 \Delta L_2 = + 0,18$$

$$I_0 = K_2 (\Delta \ell_1 + \Delta \ell_2) = - 0,14$$

$$Z_0 = K_3 (\Delta \ell_4 - \Delta \ell_3) = - 0,12$$

Приложение 8

ВЕДОМОСТИ ДЕШИФРОВАНИЯ

№ базисов и снимков	№ контуров	Содержание контура	Примечания
В А-В1	1	Выход грунтовых вод	Не изображена, получен линей- ными эскизами
	2	Развалины каменного в ровина	
	8	Имя в воде	
	4	Родник	
	5		
	6		

ВЕДОМОСТЬ ИНЖЕНЕРНОГО ДЕШИФРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНО -
ДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛОЩАДОК

№ базисов и снимков	№ контуров	Содержание контура	Примечание
Базис 17-21	1	Здание диспетчерского пункта, кирпичное, шиф. 2 этажа, хорошее	Габариты опреде- ляются по углам здания
А-17	2	Математический центр СП-18, тяга ручная, цельнолитая крестовина, правосторонний, рельсо- тип Р-48, балласт	Обмер и опреде- ление координат ЦСП производится графо-аналити- ческим способом

**ВЕДОМОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ОПУРНОЙ
СЕТИ, ЗАВИСНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ ПУНКТОВ**

Наименование точек	Координаты, м			Примечание
	Х	У	Н	
	Точки магнитрального хода			
НК 10	180,60	846,07	825,47	
НК 80,75				
	Опорные точки			
ОП-10	151,80	1010,08	821,82	Вымаркирован на местности
ОП-11				Телевизионная антенна на крыше здания пределный отолбок
ОП-12				
	Контрольные пункты			
КП-19				Крест на скале
КП-20				Обоснование отолба

ВЕДОМОСТЬ
ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ ВАЖНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Наименование точек	Приведенные горизонтальные направления	Дирекционные углы	Вторые дирекционные углы
Станция ВА			
Т.УП	0 00 00	24 30 15	- 11 21 00
КП-Г9	73 10 12	97 48 22	- 14 11 30
Скала	78 36 18	108 14 38	- 15 30 18
Т.Х	84 08 36	108 46 51	- 13 45 15
В В	108 46 24	128 24 39	- 2 27 57
Куст.	205 34 48	310 18 09	15 32 30
Станция ВВ			
Т.Х	0 00 00	97 14 15	
Камень		
. . . .			
В А	211 10 29	308 24 44	

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ УГЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВНЕШНЕГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ
Измерение координат точек контрольных направлений

Точка	Отсчеты по нивелиру			Координаты точек на снимках				Разности измеренных и вычисленных координат				
	X'	Z'	ρ	φ	X ₁	Z ₁	X ₂	Z ₂	ΔX	ΔZ	ΔX_2	ΔZ_2
		Стреловид 30 А - 34 В (базис № 8)				M ₀₁ = 100,00		M ₀₂ = 100,00				
КП-19	35,00	347,50			-65,00	-52,50			-0,01	+0,03		
Т.УП	104,32	388,50			+4,32	-11,50			-0,36	+0,02		
Пик СВЯЗЬ	151,91	449,36			+51,91	+49,36			-0,04	+0,03		
									Средн.	-0,05	+0,03	

Вычисление координат точек снимка по измеренным углам

$$f = 194,68$$

Точка	Горизонтальный угол от нормали к базису	Доправка за центри- ровку	d'	$\tan \alpha$	$x = f \tan \alpha$	β	$\tan \beta$	$z = \frac{f}{\cos \alpha} \tan \beta$
КП-19	- 18 27 15	15"	-18 27 30	0,333790	-64 98	-14 21 30	-0,255923	- 52 53
Т.УП	+ 1 16 36	10"	- 1 16 46	0,022332	+ 4 35	- 3 23 03	-0,059134	+ 11 52
Пик СВЯЗЬ	+ 14 56 12	15"	+14 56 27	0,266829	+51,95	+13 45 27	+0,244839	+ 49 32

Приложение II

СТЕРЕОКОМПАРАТОР СТЕКО

Наиболее распространенный в настоящее время стереокомпаратор Народного предприятия К.Шейсо, Иена (ГДР) позволяет измерить координаты X , Z , продольный и поперечный параллакс p и q сфотографированных точек местности.

Стереокомпаратор предназначен для измерений снимков размером до 18 x 18 (негативов, диапозитивов и контактных отпечатков).

Негативы и диапозитивы освещаются верхними, а контактные отпечатки — нижними лампами.

Общая каретка перемещается левым штурвалом. Подвижная часть бинокулярного микроскопа передвигается средним штурвалом, перемещающим лупно направляющим общей каретки.

Смещение общей каретки и подвижной части бинокулярного микроскопа, соответствующие координатам точки левого снимка, учитываются по счетчикам, ценой деления которых составляет 0,02 мм, а точность отсчета $\pm 0,01$ мм. На время установки по барабанам нужных отсчетов штурвалы отключают.

Левую каретку со снимкодержателем можно смещать относительно общей каретки вправо на 37 мм и влево на 19 мм от начального положения и закрепить в нужном положении.

Правая каретка со снимкодержателем перемещается правым штурвалом параллельно направляющим общей каретки. Это движение, соответствующее горизонтальному параллаксу, учитывается счетчиком, ценой деления которого 0,005 мм, а точность отсчета $\pm 0,001$ мм.

Для измерения вертикальных параллаксов правая подвижная часть бинокулярного микроскопа перемещается при помощи шайбы относительно левой подвижной части вдоль оси Z прибора. Вертикальный параллакс отсчитывается по счетчику, имеющему цену деления 0,01 мм и точность отсчета $\pm 0,002$ мм.

Увеличение наблюдательной системы β^k . Расстояние между окулярами можно изменять в пределах от 54 до 76 мм. Фокусировка по глазу допускается в пределах ± 5 диоптрий.

Резкость изображения снимка достигается вращением кольца подвижного объектива, доступ к которому осуществляется через отверстие в передней части прибора. На правой стороне прибора крепится чертежный столик.

Лампы освещения питаются напряжением 220 в. При транспортировке отключают воздушные ролики, закрепляющие общую каретку.

Для получения правильных значений координат стереокомпаратор должен отвечать следующим условиям.

1. Оптический прибор должен обеспечивать равное изображение по своим снимкам оси вертикального параллелограмма.

2. Перемещение основной каретки, оптической системы и правой каретки в направляющих должно быть параллельным.

3. Основные оси приборов 1-2 и 2-2 (1 - 1) должны быть взаимно перпендикулярны.

4. Направляющие перемещений правой каретки по осям 1 - 1 и 2 - 2 (1 - 1) должны быть параллельны соответствующим осям основной каретки.

Параллельность осей 1 и 2 не должна иметь люфтов.

Для проверки условия параллельности в стереокомпаратор вклеивают контрольные линии.

Параллельность основных направляющих и их перпендикулярности, параллельность движений правой каретки и величины люфтов направляющих осей не должны превышать 0,002 мм.

Измерения снимков в стереокомпараторе производят известными способами. Для измерений снимков, полученных с вертикального диска фотоаппарата, их выкладывают с равномерным изображением на 90°.

Ориентирование и измерения снимков

Для ориентации снимков в стереокомпараторе негативы укладывают в кассеты выключенной или примерно на середине кассеты и закрепляют винтами.

Ориентирование снимков состоит в том, чтобы координатные оси снимков (1-1 и 2-2), продолженные центрами координатных точек, расположить параллельно соответствующим осям стереокомпаратора. Точное ориентирование снимков по оси 1-1 достигается методом последовательных приближений. Для этого правую координатную метку левого снимка движением 1 и 2 точки совмещают с измерительной маркой, а правую метку движением 3 и 4 - с центром метки правого снимка.

После этого перемещают общую каретку влево движением 1, и наблюдая вертикальное отклонение марок относительно меток устраняют наполовину вращением кассеты в своей плоскости по 1, а наполовину движением 2 (для левого снимка) и движением 4 (для правого снимка). Эту операцию повторяют до тех пор, пока марки при перемещении каретки не будут отклоняться от координатных меток более чем на 0,02 мм.

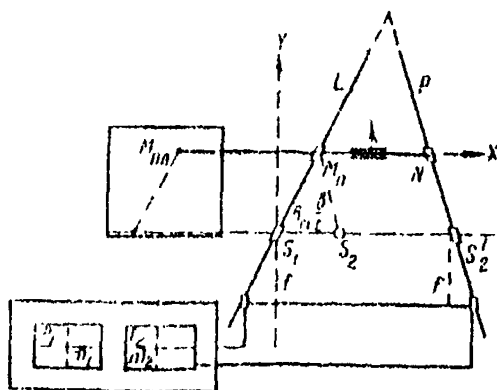
Измерение координат наблюдаемых точек на стереокомпараторе выполняют следующим образом.

Движением штурвала 1 и 2 марки переводят в зону, где расположена измерительная точка, а движением (3) и, если необходимо, (4)

вначале монокулярно, а затем стереоскопически добиваются получения пространственного восприятия модели (стереоэффект). Левую марку приводят на изображение измеряемой точки и соответствующими движениями ρ и q добиваются уничтожения поперечного параллакса. Затем, продолжая наблюдать стереоскопически, незначительным поворотом винта продольных параллаксов (p) "поднимают" марку над моделью и совмещают ее с поверхностью модели в наблюдаемой точке; записывают отсчет (p) и аналогичным образом повторно совмещают марку с моделью. Расхождение между отсчетами не должно превышать 0,02 мм, в окончательное значение берется среднее. Затем снимают отсчеты по шкалам 1 и 2, а если необходимо, и q .

Стереовизитграф предназначен для составления пдвнов графо-механическим способом он представляет собой соединенно стереокомпаратора с системой линзек, позволяющих механически решать прямую задачу.

вокруг точек S_1 и S_2 , соответствующим центрам проектирования. Линейки L и P специальными тягами связаны соответственно с левым и правым спичками, причем расстояния точек присоединения тяг от точек S_1 и S_2 могут быть сделаны равными фокусному расстоянию съёмочной камеры (f). В положении, когда линейки параллельны друг другу и перпендикулярны направлению S_1 и S_2 (взаизу), марки должны быть совмещены с главными



точками снимков. Если теперь известна марка стереокомпаратора и связанно с ней зоны линеек на изображении точки М (m_1 и m_2 на снимках), то пересечение линеек l и p определит плановое положение точки М в масштабе 1 . Если расстояние между точками S_1 и S_2 будет равно

$$B = \frac{b}{\sin \alpha}$$

$$B = \frac{\delta}{t}$$

то положение точки М получим на плане в масштабе
плана 1

Конструктивные плановые положения точек определяется с помощью нитки и каретки отстояний, внешней ролики M_0 и N , по которым перемещаются линейки L и p .

Коротко отстояний может паровозиться по направляющим I - I части отстояний, который в связи с чертежной устройством для фикси-

рования точки $M_{пл}$ на плавность.

Таким образом получается засечка в плоскости X-Y для нормального олуча сьемки.

Для решения задачи случае равноотстоянных осей правый ролик N может перемещаться в зависимости направляющих относительно левого, что соответствует разложению базиса по осям X и Y (B_x и B_y). При этом, если угол скоса осей равен φ , то

$$B_x = B \cos \varphi \text{ и } B_y = B \sin \varphi,$$

где B - базис фотографирования в массивной сьемки.

Для определения высот наблюдаемых точек стереоавтограф снабжен устройством, состоящим из двух жестко связанных под одним углом линеек f и H (рис.2), вращающихся вокруг точки S'_1 , соответствующей левому центру проектирования.

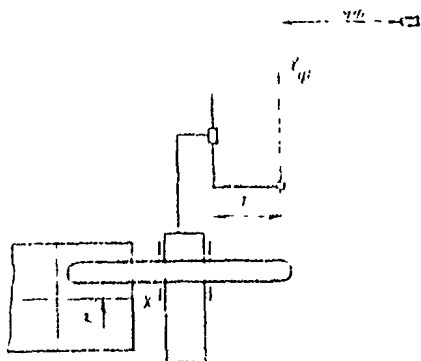


Рис.2

Короткая линейка с помощью каретки фокусных расстояний жестко соединяется с оптической системой; ее длина может устанавливаться на заданное фокусное расстояние. Свободный конец большой линейки лежит на каретке высот мостика отстояний. При перемещении бинокулярной системы на величину, равную Z , воздушный ролик каретки высот переместится по мостику отстояний на величину $Z_{\varphi} = \frac{Y Z}{t f_n}$, т.е.

определит превышение наблюдаемой точки над центром проекции левого снимка в масштабе модели.

Краткое описание

Стереоавтограф 1818 состоит из мостика микроскопов, системы линеек и мостика отстояний.

Стереоавтограф снабжен координатографом с различными передаточными соотношениями - 0,5; 1,0 и 2,0. На массивной станине укреплены главные направляющие мостика отстояний и цилиндрическая направляющая, по которой перемещаются каретки со снимками. На мостике микроскопов и линеек размещены два отсчетных микроскопа, бинокулярный микроскоп для наблюдения снимков и четыре развертывающих линейки линейки направ-

лений L и параллакс p и две линейки высот H, H' . Оси вращения пл.овых линеек (L и p) расположены под мостиком микроскопа, а ось вращения высотных линеек — на дополнительной плите. Стереоскопический аппарат с системой развертывающих линеек установлен на массивной станине.

Каретки снимков стереоскопического аппарата с помощью специальных тяг, которые в случае необходимости можно отключать, связаны через каретки фокусных расстояний с основными линейками L и p .

Правая линейка p имеет корректор конвергенции γ , при помощи которого короткое плечо линейки поворачивается относительно длинного вокруг точки правого центра проектирования S_2 винтом. Угол конвергенции отсчитывается.

Расстояния от точек вращения линеек S_1 и S_2 до ведущих роликов каретки фокусных расстояний могут изменяться от 157 до 198 мм и отсчитываются по индикаторам.

Мостик отстояний MO перемещается по направляющим $Y - Y'$, а каретка отстояний KO с помещенными в ней длинными концами линеек L и p — по оси в направляющих мостика отстояний.

Ведущий ролик правой линейки может перемещаться относительно ведущего ролика левой линейки в направлении X и Y с помощью винтов. Это перемещение, соответствующее разложению базиса на составляющие B_x и B_y , отсчитывается с помощью индикаторов. Каретки левого и правого снимков связаны также с высотными линейками, короткие плечи которых находятся в каретках фокусных расстояний. Значения фокусного расстояния может быть установлено с помощью индикаторов.

Длинные концы высотных линеек лежат на каретке высот, перемещающейся в направляющих мостика отстояний по оси $X - X'$. Основной является левая высотная линейка; правая линейка высот служит только для того, чтобы при наблюдениях вводить поправки за поперечный параллакс из-за разности высот левого и правого центров фотографирования. Для этого ведущий ролик правой линейки высот перемещается относительно начального положения (левого ролика) по величинам B_y и B_z (проекция базиса фотографирования на оси Y и Z).

Мостик отстояний при помощи штурвала Y перемещается по неподвижным направляющим, прикрепленным к станине. На нем имеются нижние и верхние направляющие. По нижним направляющим штурвалом X перемещается каретка отстояний, а верхние служат для перемещения каретки высот ножным диском Z . Штурвалы X и Y снабжены переключателями скорости движения (для ориентирования и обработки снимков) и счетчиками с ценой деления — 0,1 мм.

Счетчик высот позволяет отсчитывать высоты наблюдаемых точек (в м): при масштабах 1:400, 1:2000, 1:4000 — по красным, а 1:1000, 1:2500, 1:5000 — по белым цифрам.

Объективы наблюдательных микроскопов могут перемещаться по оси Z

в положения, соответствующие смещению объективов съемочной камеры. В фокальной плоскости каждого микроскопа наблюдательной системы введены световые марки. Установку глазного базиса и фокусировку выполняют обычным путем.

Снимки или матировочные сетки устанавливают на каретках с помощью центрирующих штифтов. Центрировку снимков в олинкодержателе выполняют на световом пульте с помощью накладного микроскопа.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние прибора 157 - 198 мм

Перемещение объективов наблюдательной системы (смещение горизонта) +80 - 45 мм

Конвергенция правой линейки +5° - 2°

Базисные составляющие мм:

b_x 0 - 60

b_y + 8 - 20

b_z + 10 - 10

Пределы координатных движений, мм:

X -220 - +220

Y + 50 - +400

Z -235 - +235

Проверки ^x

Перед матировкой станция прибора должна быть приведена в горизонтальное положение. Это выполняется путем последовательной установки накладного уровня на цилиндрическую направляющую кареток олинкодержателей и на направляющую каретки отстояний; пузырек уровня выводится на середину с помощью подъемных винтов на станинах прибора.

Далее на отсчетных устройствах базисных составляющих b_x , b_y , b_z конвергенции γ и смещения объективов устанавливают отсчеты, равные нулю, а на индикаторах фокусных расстояний - наибольшие и наименьшие друг другу отсчеты.

К о н в е р г е н ц и я п р а в о й п л а н о в о й л и н е й к и

В исходном положении ($\gamma = 0$) направляющие ребра предметного и картинного плеч правой плановой линейки должны лежать на одной прямой.

^x) Фотоувеликательная съемка в крупных масштабах. ВНИИ, 1960.

Проверке этого условия выполняется в следующем порядке.

1. Счетчик координат Y устанавливают в такое положение, при котором отсчеты по нему будут примерно соответствовать действительному расстоянию Y . Для этого вращением штурвала совмещают белый штрих, нанесенный на каретке отстояний, с краем мостика линейки и устанавливают на счетчике отсчет 200,00 мм.

2. Маркируют кружками или точками центры контрольных сеток и устанавливают сетки на каретки снимков.

3. Мостик отстояний ставят в такое положение, чтобы отсчет по счетчику Y был целым числом, близким к наибольшей величине Y , например 400 мм.

4. Правую измерительную марку устанавливают на крайний (восьмой сантиметровой) штрих сетки вправо от центра и берут отсчет X_1 по счетчику X .

5. Правую измерительную марку устанавливают на центральный крест сетки и берут отсчет X_0 . Правую измерительную марку устанавливают на восьмой сантиметровой вертикальный штрих сетки влево от центра и берут отсчет X_2 .

6. Вычисляют разности $X_1 - X_0 = X_R$; $X_0 - X_2 = X_L$ и величину конвергенции по формуле

$$\gamma = p' \frac{X_R - X_L}{2Y} \operatorname{ctg}^2 \alpha.$$

Угол α определяют из соотношения

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{X_R}{Y}$$

П р и м е р. Для величины $Y = 400$ мм и $f = 198$ мм конвергенция составит

$$\gamma = (X_R - X_L) 26',$$

если разность будет вычисляться в мм. Если, например

$$X_R - X_L = 0,04 \text{ мм, то } \gamma \approx 1'.$$

7. Исправляют положение нульпункта отсчетного барабана копировального устройства. Для этого отпускают зажимные винты отсчетного барабана и поворачивают его до тех пор, пока отсчет по нему не станет равен вычисленному значению; после этого барабан закрепляют.

8. Ослабив зажимной винт, устанавливают барабан в положение $\gamma = 0$ и для контроля правильности юстировки все операции повторяют.

И з м е р и т е л ь н ы е м а р к и

Чтобы определить, требуется ли юстировка положения измерительных марок, устанавливают каретку отстояний в крайнее дальнее положение и

совмещают левую измерительную марку с центром контрольной сетки. Затем каретку приближают до отстояния 70-100 мм и вновь наблюдают марку. Если марка отошла от центра сетки более чем на четверть своего диаметра, необходимо произвести юстировку.

Юстировку каждой измерительной марки рекомендуется выполнить в два этапа: вначале устранить смещение марки по горизонтали, затем - по вертикали.

Устранение смещения левой марки по горизонтали производят в следующем порядке.

1. Устанавливают мостик отстояний в дальнее положение (отсчет $Y_1 = 400$ мм).

2. Измерительную марку штурвалами X и Z совмещают с центральным (нулевым) вертикальным штрихом контрольной сетки (точка 1, рис.8) вблизи центрального перекрестия и закрепляют стопор штурвала X.

3. Штурвалом Y каретку отстояний ставят в одинаное положение (отсчет $Y_2 = 100$ мм); при этом марка сместится с нулевого штриха и займет положение 2.

4. Штурвалом X (после открепления стопора от винта) перемещая марку в направлении, противоположном видимому смещению, в положение 3 так, чтобы ее смещение относительно нулевого штриха сетки было равно

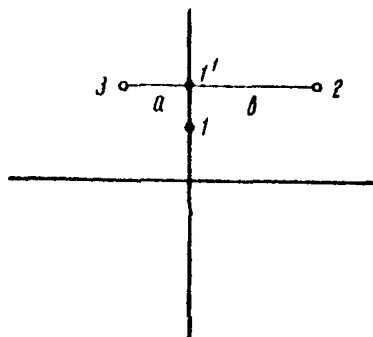


Рис.8

$$d = \frac{Y_1}{\Delta Y} b,$$

где b - видимое смещение марки в положение 2;

$$\Delta Y = (Y_1 - Y_2).$$

Величина d оценивается на глаз в долях смещения b . Например: если $Y_1 = 400$ мм, $Y_2 = 100$ мм, то $d = \frac{1}{3} b$.

5. Затем юстировочным винтом измерительную марку вновь совмещают с нулевым вертикальным штрихом сетки (положение 1^0 на рис.5). Если теперь возвратить каретку отстояний в дальнее положение (отсчет Y_1), то измерительная марка не должна сойти с нулевого штриха сетки. В случае небольшого остаточного смещения юстировку следует повторить.

Так выполняют юстировку марки по вертикали; при этом ее совмещают с нулевым горизонтальным штрихом, а исправляют соответствующим

котируются винтом.

Заключив исправление, марку совмещают с центральным крестом сетки и перемещают каретку отстояний штурвалом Y по всему диапазону перемещения (от Y_1 до Y_2). При правильно выполненной юстировке марка не должна смещаться с центрального креста сетки.

Аналогично юстируется правая марка.

И н д и к а т о р ы ф о к у с н ы х р а с с т о я н и й

Индикаторы установки фокусных расстояний для всех четырех линеек юстируются одним и тем же способом. Для индикаторов плановых линеек из рис.4

$$f = \frac{\Delta x}{\Delta X} \Delta Y. \quad (1)$$

Для фокусных расстояний высотных линеек по аналогии

$$f = \frac{\Delta z}{\Delta Z} \Delta Y. \quad (2)$$

Для повышения точности определений отрезки сетки Δx или Δz и равноотстояний ΔY следует выбирать по возможности большими.

Юстировку индикаторов плановых линеек производят в следующем порядке:

- устанавливают каретку отстояний в нижнее положение (отсчет $Y_1 = 400$ мм);
- приводят марку на крайний правый штрих сетки (X_1) и берут отсчет X_1 по счетчику X ;
- приводят марку на левый крайний штрих сетки (X_2) и берут отсчет X_2 ;
- перемещают каретку отстояний в другое положение (отсчет $Y_2 = 100$ мм);
- устанавливают марку на правый штрих сетки (X_1) и берут отсчет X_3 ;
- устанавливают марку на левый штрих сетки (X_2) и берут отсчет X_4 ;

Рис.4

- вычисляют разности $\Delta Y = Y_1 - Y_2$; $\Delta X_1 = X_1 - X_2$;
 $\Delta X_2 = X_3 - X_4$; $\Delta X = \Delta X_1 - \Delta X_2$ и $\Delta f = f_1 - f_2$;

- вычисляют фокусное расстояние f ;
- устанавливают индикатор на вычисленное значение

Вид индикатора показан на рис.5. Устанавливают его на вычисленное значение f вращением кольца с накаткой 3. Для этого ослабляют

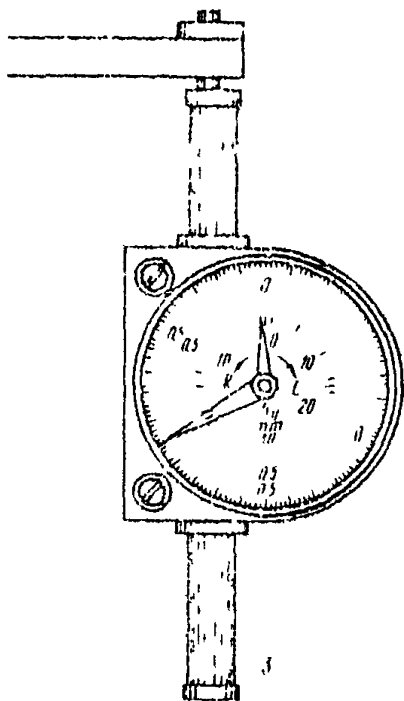


Рис.5

(вращением головки) кольцо с накаткой 2 и, вращая кольцо 3, устанавливают на индикаторе вычисленное значение f , после чего вновь закрепляют кольцо 2.

Юстировка индикаторов на сотых делениях отличается тем, что установки производят соответственно по крайнему верхнему Z_1 и крайнему нижнему Z_2 штрихам сотки, а отсчеты Z_1 , Z_2 , Z_3 и Z_4 берут по отсчетнику высот при установке на измеритель I:1000 (цена деления отсчетника 0,1 мм).

Пример юстировки индикаторов

Дальнее положение

$$\begin{array}{ll} Y_1 = 400,00 \text{ мм} & X_1 = 656,87 \text{ мм} \\ Y_2 = + 80,00 \text{ мм} & X_2 = 388,50 \text{ мм} \\ Y_3 = - 80,00 \text{ мм} & \Delta X_1 = 328,37 \text{ мм} \end{array}$$

Ближнее положение

$$\begin{array}{ll} Y_2 = 100,00 \text{ мм} & X_3 = 535,69 \text{ мм} \\ Y_1 = + 80,00 \text{ мм} & X_4 = 454,73 \text{ мм} \\ Y_2 = - 80,00 \text{ мм} & \Delta X_2 = 80,96 \text{ мм} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \Delta Y = 300,00 \text{ мм} \\ \Delta X = 242,41 \text{ мм} \\ \Delta x = 160,00 \text{ мм} \\ f = 198,01 \text{ мм} \end{array}$$

Такие измерения с последующим вычислением фокусных расстояний производят для каждой линейки, после чего на всех индикаторах устанавливают одинаковое значение f , близкое к номинальному (например, 198,00 мм).

И н д и к а т о р ы б а з и с н ы х с о с т а в л я ю щ и х δ_x и δ_y

Отсчеты по индикаторам базисных составляющих должны быть равны нулю, после того как плановые, а также высотные линейки установлены параллельно друг другу (при наведении марок на центральные кресты сетки). Встировку производят в следующем порядке.

1. Смещают каретку отстояний в ближнее положение

$$Y = 100, \text{ мм.}$$

2. Устанавливают измерительную марку на центральный штрих сетки.

3. Вращают маховичок δ_x до тех пор, пока правая измерительная марка не совпадет с средним вертикальным штрихом встировочной сетки.

4. Устанавливают индикатор на отсчет $\delta_x = 0,00$ мм. Установка выполняется так же, как и на индикаторах фокусных расстояний.

5. Проверит встировку; для этого каретку отстояний перемещают на весь диапазон до Y_{\max} . При этом ни одна из двух измерительных марок не должна сместиться по направлению X .

Встировку индикатора δ_z производят таким же образом. При этом измерительные марки совмещают с центральным горизонтальным штрихом сетки, а на индикаторе устанавливают отсчет $\delta_z = 0,00$ м.

И н д и к а т о р ы б а з и с н ы х с о с т а в л я ю щ е й δ_y

При установках базисных составляющих $\delta_x = \delta_y = \delta_z = 0$ линейки в любом положении должны быть параллельны друг другу, а расстояния между точками вращения линеек и теми точками, в которых линейки соприкасаются с роликами каретки X или Z , равны друг другу и совпадать с показаниями счетчика Y .

Согласно рис.6, для плановых линеек в дальнем положении (отсчет Y_1) получим:

$$Y_1 = \frac{\Delta X_1}{\Delta x} f = \Delta X_1 \frac{\Delta Y}{\Delta x}.$$

Аналогично для высотных линеек

$$Y_1 = \frac{\Delta Z_1}{\Delta z} f = \Delta Z_1 \frac{\Delta Y}{\Delta z}.$$

Встировка считается выполненной правильно, если вычисленные по формулам (3) и (4) расстояния Y_1 для всех четырех линеек равны и совпадают с отсчетом Y . Встировку выполняют следующим образом.

1. Используя данные, полученные при встировке индикаторов фокусных расстояний по формулам (3) и (4), вычисляют Y_1 для всех четырех линеек.

2. Определяют равенство величин Y_1 , правой и левой линеек (плановых и высотных)

$$Y_{1n} - Y_{1d} = d.$$

3. Полученные значения d устанавливают на соответствующих индикаторах b_y (положительные — по шкале скоса вправо, отрицательные — по шкале скоса влево). Затем, не изменяя базисных установок, ставят на индикаторах b_y нулевые отсчеты (аналогично описанному ранее).

4. Не меняя установки каретки отстояний, закрепляют штурвал и устанавливают счетчик на среднюю величину из определений по левым плановой и высотной линейкам.

Правильность юстировки проверяют повторением описанных операций.

По окончании юстировки производит общий контроль работы прибора путем наблюдения контрольных сеток. При этом базисные устанавливающие и конвергенцию устанавливают на нулевые отсчеты, а на индикаторах всех четырех линеек ставят одинаковое фокусное расстояние. Если теперь на левой сетке пройти маркой по прямоугольнику, углы которого имеют координаты:

$$\begin{array}{llll} x_1 = + 80 \text{ мм}; & z_1 = - 80 \text{ мм}; & x_2 = + 80 \text{ мм}; & z_2 = + 60 \text{ мм}; \\ x_3 = + 80 \text{ мм}; & z_3 = - 60 \text{ мм}; & x_4 = - 80 \text{ мм}; & z_4 = - 60 \text{ мм}, \end{array}$$

то на правой сетке светящаяся марка должна совмещаться с идентичными точками. Это относится также и ко всем остальным точкам сетки при любом положении каретки отстояний. Поэтому указанный контроль следует произвести как в ближнем, так и в дальнем положениях каретки.

Ж У Р Н А Л ОБРАБОТКИ СНИМКОВ НА СТЕРЕОАВТОГРАФЕ

Базис № 8

Установочные элементы

Элементы внешнего ориентирования

Стереопара 80А - 32 В

Длина базиса $B = 74,54$

Превышение $H = 7,85$

Угол наклона $\varphi = 0^{\circ}00$

$$\theta_x = \frac{B \cos \varphi}{0,001 t_m} = 87,27$$

$$\theta_y = \frac{B \sin \varphi}{0,001} = 0$$

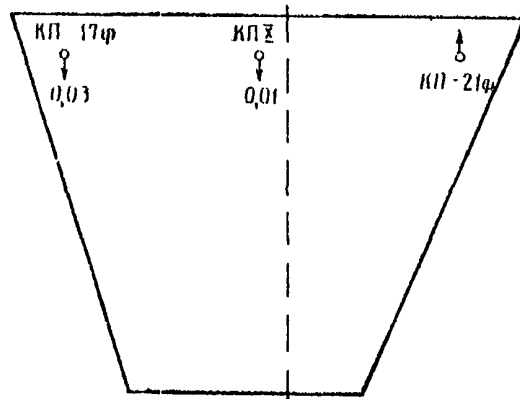
$$\theta_z = \frac{\Delta H}{0,001 t_m} = 8,92$$

$$f_A = 194,74$$

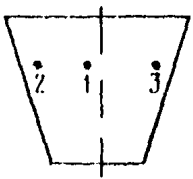
$$f_{A'} = 194,74$$

$$\gamma = 0$$

$$\Delta Z = + 10$$



Ориентирование модели в плане

№ пп	Обозначения действий	Значение величин	Примечание
1	Y_1^1	861,4	
2	ΔY_1^1	+ 0,5 м	
3	Y_1	861,6	
4	ΔY_1	+ 0,2	
5	ΔY_2	+ 0,1 -0,2	
6	ΔY_3	- 0,3 -0,2	
7	ΔY_1	- 0,1	
8	ΔY_2	- 0,4	
9	ΔY_3	- 0,3	
		-0,27	

Ориентирование модели по высоте

Обозначения точек	О т м е т к и		ΔA_H
	геодезичес- кие	фотограммет- рические	
Δ_1	856,2	857,0	- 0,8
Δ_1	856,1	856,1	+ 0,1
Δ	912,4	912,5	- 0,1
Δ	923,7	923,5	+ 0,2

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОГО СГРУЩЕНИЯ ОПОРНОЙ СЕТИ ПРИ СТЕРЕОФОТОСЪЕМКЕ ПРОТЯЖЕННЫХ КОСОГОРОВ

1. Исходные данные

1. Измеренные в поле обьекта фотографирования $\delta_1, \delta_2 \dots \delta_n$ и значения их дирекционных углов в фотограмметрической системе координат $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$.

2. Контрольные направления, измеренные теодолитом на каждой съемочной станции.

3. Отсчеты по шкалам стереокомпаратора при измерении координатных меток и соответствующих, опорных и определенных точек снимков X_i, Z_i, p_i, q_i .

4. Геодезические координаты опорных точек и приближенный угол поворота между фотограмметрической и геодезической системами координат $\Delta \alpha_0$ (см. рис. 10 настоящих Указаний).

II. Обработка однопачных фотограмметрических моделей

1. Вычисление средних координат измеренных точек снимков:

а) находят места нулей параллактических шкал стереокомпаратора по отсчетам на координатные метки:

$$MO_p = 0,25 (p_l + p_n + p_b + p_n);$$

$$MO_q = 0,25 (q_l + q_n + q_b + q_n),$$

где p_l, p_n, p_b, p_n — отсчеты параллакса при стереоскопическом наблюдении верхней, нижней, левой и правой координатных меток;

q_l, q_n, q_b, q_n — аналогичные отсчеты по шкале поперечных параллаксов;

б) вычисляют приведенные отсчеты на метки и точки правого снимка:

$$X_i^1 = X_i - (p_i - MO_p);$$

$$Z_i^1 = Z_i - (q_i - MO_q);$$

в) находят места нулей координатных шкал и приведенных отсчетов правого снимка:

$$MO_x = \frac{\begin{vmatrix} (x_b z_n - z_b x_n)(x_b - x_n) \\ (x_n z_n - z_n x_n)(x_n - x_n) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (z_n - z_b)(x_b - x_n) \\ (z_n - z_n)(x_n - x_n) \end{vmatrix}}; MO_z = \frac{\begin{vmatrix} (z_n - z_b)(x_b z_n - z_b x_n) \\ (z_n - z_n)(x_n z_n - z_n x_n) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (z_n - z_b)(x_b - x_n) \\ (z_n - z_n)(x_n - x_n) \end{vmatrix}} \dots (1)$$

Аналогично находят места нуля приведенных отчетов правого снимка MO'_x, MO'_z по отчетам на координатные метки правого снимка, полученным в п.б;

г) вычисляют плоские координаты измеренных точек левого и правого снимков:

$$x_i = X_i - MO_x; \quad x'_i = X'_i - MO'_x; \\ z_i = Z_i - MO_z; \quad z'_i = Z'_i - MO'_z.$$

2. Определение поправок в элементы внутреннего и углового элементов внешнего ориентирования по измеренным контрольным направлениям:

а) на каждой станции измеряют не менее четырех контрольных направлений, расположенных, примерно, по углам рабочей площади снимка. По измеренным направлениям находят горизонтальные и вертикальные углы между контрольными точками и направлениями оптической оси

$$\alpha = \beta_b - \beta_m - \varphi,$$

где β_b — направление на базисную точку;
 β_m — направление на контрольную точку снимка;
 φ — заданный угол скоса.

Если измерения выполняли на первой точке фотографирования, то

$$\alpha = \beta_m - \beta_b - \varphi;$$

б) по полученным горизонтальным и вертикальным углам вычисляют плоские координаты точек контрольных направлений:

$$x_i^0 = l_i \cos \alpha_i; \quad z_i^0 = l_i \sin \alpha_i / \sin \nu_i,$$

где ν_i — измеренный вертикальный угол.

Находят разности между вычисленными и измеренными значениями координат точек

$$\xi_i^x = x_i^0 - x_i; \quad \xi_i^z = z_i^0 - z_i$$

Если $l_i \leq 0,02$ мм, то принятые элементы внутреннего и внешнего ориентирования считаются достаточно точными и дальнейших вычислений не производят;

в) поправки в принятые значения элементов внутреннего ориентирования и углового ориентирования камеры на станции находят если $l_i \geq 0,02$ мм. При этом составляют систему уравнений погрешностей вида:

$$\begin{aligned}
 x_0 + \frac{x_1}{f} \delta f - \left(1 + \frac{z_1}{f}\right) \delta d - \frac{x_1 z_1}{f} \delta \omega + z_1 \delta \kappa + \xi_1 &= \nu_1; \\
 z_0 + \frac{z_1}{f} \delta f - \frac{x_1 z_1}{f} \delta d - \left(1 + \frac{z_1}{f}\right) \delta \omega - x_1 \delta \kappa + \xi_1^2 &= \nu_1^2, \quad (2)
 \end{aligned}$$

где x_1, z_1 — измеренные на снимке координаты точек контрольных направлений;

$\begin{Bmatrix} \xi_1 \\ \xi_1^2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} x_1^0 - x_1 \\ z_1^0 - z_1 \end{Bmatrix}$ — разности вычисленных и измеренных плоских координат;

$\delta f, x_0, z_0$ — поправки в значения фокусного расстояния и координаты главной точки;

$\delta \alpha, \delta \omega, \delta \kappa$ — поправки в принятые углы наклона и поворота снимка.

Систему уравнений (2) решают по способу наименьших квадратов, в результате решения находят поправки в принятые значения элементов внутреннего и внешнего ориентирования.

Для дальнейшей обработки используют исправленные значения этих элементов.

В. Вычисление пространственных фотограмметрических координат измеренных точек.

Пространственные фотограмметрические координаты съезвующих и опорных точек снимков находят по известным значениям базисов, их дирекционным углам и исправленным по контрольным направлениям элементам внутреннего и внешнего углового ориентирования снимков.

При этом используют формулы общего случая съемки применительно к базисной системе координат:

$$\begin{aligned}
 x_i &= N_i x_i^1; \\
 y_i &= N_i y_i^1; \quad N_i = \frac{B_i (\cos \alpha_i - \frac{x_i^1}{Z_i^1} \sin \alpha_i)}{x_i^1 Z_i^1 - x_i^2 Z_i^1} Z_i^1; \\
 z_i &= N_i Z_i^1;
 \end{aligned} \quad (8)$$

Вдесь: B_i — значение базиса фотографирования;

α_i — дирекционный угол базиса фотографирования;

x_i^1, y_i^1, z_i^1 и x_i^2, y_i^2, z_i^2 — координаты соответственной точки левого и правого снимков;

$$x_i^1 = a_1 x_i + a_2 f + a_3 z_i; \quad x_i^2 = a_1' x_i + a_2' f + a_3' z_i;$$

$$y_i^1 = b_1 x_i + b_2 f + b_3 z_i; \quad y_i^2 = b_1' x_i + b_2' f + b_3' z_i;$$

$$z_i^1 = c_1 x_i + c_2 f + c_3 z_i; \quad z_i^2 = c_1' x_i + c_2' f + c_3' z_i;$$

$\alpha_{1,2,3}, \beta_{1,2,3}, \gamma_{1,2,3}, \alpha'_{1,2,3}, \beta'_{1,2,3}, \gamma'_{1,2,3}$ — направляющие косинусы, получаемые по исправленным углам наклона и поворота левого и правого снимков.

III. Вычисление координат опорных и связующих точек общей системе фотограмметрических координат

В соответствии с выражениями (3) координаты точек в каждой модели получаются в общей ориентировке относительно принятого направления осей фотограмметрических координат (см. рис. 1), но с частными началами в левых центрах фотографирования.

Для получения значений координат относительно общего начала (обычно в левом центре фотографирования первой стереопары) используют координаты не менее трех общих связующих точек на перекрытии смежных моделей:

$$X_{ij}^0 = X_{ij} + X_{0j};$$

$$Y_{ij}^0 = Y_{ij} + Y_{0j};$$

$$Z_{ij}^0 = Z_{ij} + Z_{0j}.$$

Равенства начал координат получают последовательно по общим связующим точкам:

$$\begin{aligned} X_{0j} &= \frac{\sum_1^k (X_{ij} - X_{i,j+1}) P_i}{\sum_1^k P_i}; \\ Y_{0j} &= \frac{\sum_1^k (Y_{ij} - Y_{i,j+1}) P_i}{\sum_1^k P_i}; \\ Z_{0j} &= \frac{\sum_1^k (Z_{ij} - Z_{i,j+1}) P_i}{\sum_1^k P_i}, \end{aligned} \quad (4)$$

где X_{ij} — координаты, полученные в предыдущей модели;

$X_{i,j+1}$ — координаты, полученные в последующей модели;

$P_i = \frac{Y_{i0}}{Y_i}$ — вес точки, зависящий от ее отстояния от станции (в сотнях м).

Таким образом, последовательно находят координаты всех определяемых и опорных точек в фотограмметрической системе координат с началом в левом центре фотографирования первой модели.

Одновременно получают координаты всех левых центров фотографирования каждой модели в этой же системе координат

$$(X_{02}, Y_{02}, Z_{02}, X_{03}, Y_{03}, Z_{03}, \dots, X_{0n}, Y_{0n}, Z_{0n}).$$

19. Геодезическое ориентирование и уравнение фотограмметрической сети

По координатам опорных точек, включенных в построение (рис. 22 Живаний) производится геодезическое ориентирование и уравнивание построенной сети. При этом геодезические координаты опорных точек записывают так, чтобы знаки приращения абсцисс в фотограмметрической системе соответствовали знакам приращения ординат геодезической системы координат. Если положительные направления координатных осей геодезической системы не совпадают с указанными на рис. 22, то изменяют знаки геодезических координат опорных точек.

Элементы преобразования фотограмметрических координат в геодезическую систему ($X_0, Y_0, Z_0, d, \beta, \gamma, t$) находят путем решения системы уравнений погрешностей вида:

$$\begin{aligned} bX_{0i} - X_i b\alpha + 0 - Z_i b\gamma + X_i b t + t_i^x &= v_i^x; \\ bY_{0i} - 0 - Y_i b\beta + Z_i b\gamma + Y_i b t + t_i^y &= v_i^y; \\ bZ_{0i} + X_i b\alpha + Y_i b\beta + 0 + Z_i b t + t_i^z &= v_i^z, \end{aligned} \quad (5)$$

где X_i, Y_i, Z_i — фотограмметрические координаты опорных точек,

$$t_i^x = Y_i^p - (X_i^p + Y_0^p);$$

$$t_i^y = X_i^p - (Y_i^p + X_0^p);$$

$$t_i^z = Z_i^p - (Z_i^p + Z_0^p);$$

X_0^p, Y_0^p, Z_0^p — приближенные геодезические координаты фотограмметрического начала координат (левого центра фотографирования первой модели).

Геодезические координаты всех точек опорной сети и левых центров фотографирования всех моделей находят по полученным элементам преобразования в соответствии с выражениями:

$$\begin{aligned} X_i^p &= X_0 + (b_1 X_i^p + b_2 Y_i^p + b_3 Z_i^p)(1 + b t); \\ Y_i^p &= Y_0 + (a_1 X_i^p + a_2 Y_i^p + a_3 Z_i^p)(1 + b t); \\ Z_i^p &= Z_0 + (c_1 X_i^p + c_2 Y_i^p + c_3 Z_i^p)(1 + b t); \\ X_0 &= X_0^p + b X_0, \quad Y_0 = Y_0^p + b Y_0, \quad Z_0 = Z_0^p + b Z_0, \end{aligned}$$

где

$a_{1,2,3}, b_{1,2,3}, c_{1,2,3}$ — направляющие косинусы, получаемые по известным формулам по известным поправкам

Уравнения под (5) решают по способу, применяя квадраты, причем для каждой опорной точки находят все уравнения по формуле

$$P_i = \frac{Y_{cp}^2}{Y_i^2}$$

где Y_i — отстояние в сотнях м, полученное при вычислении вычисленных фотограмметрических координат этой точки.

Для вычисления семи неизвестных элементов преобразования с определенной точности необходимо иметь не менее четырех опорных точек, расположенных по концам съемочного участка на различных и разных высотах. Для контроля правильности результатов измерений и вычислений в середине участка необходимо иметь не менее 1-2 опорных точек.

В результате вычислений находят геодезические координаты съезжающих точек и левых центров фотоустанавливаний каждой стереопары. Координаты съезжающих точек используют как контрольные при составлении топографических планов оптико-механическим путем в стереоавтографах.

У. Средние квадратические ошибки определения координат точек опорной сети при округлении по изложенной методике для определения ряда находят из выражений:

$$m_s = \frac{Y_{cp}^2}{b_{cp} f} m_p \sqrt{\frac{n}{3}};$$

$$m_z = 0,3 \frac{Y_{cp}^2}{b_{cp} f} m_p \sqrt{\frac{n}{3}},$$

где n — число передач (число моделей).

Полагая, что ошибки в положении точек опорной сети не должны в среднем превышать $1,5m$, где m — ошибки распределения координат в пределах одной фотограмметрической модели, допустимое число передач n может достигать 7-8 моделей.

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ НЕОРИЕНТИРОВАННОЙ СТЕРЕОФОТОСЪЕМКИ С ИСПОЛЪЗОВАНИЕМ ЭВМ

1. О б л а с т ь п р и м е н е н и я

Аналитическая обработка материалов наземной стереофотоосъемки производится в тех случаях, когда элементы внешнего ориентирования камеры точно установить невозможно. Например, при съемке плоских участков с высоких неустойчивых опор. В этих случаях элементы внешнего ориентирования снимков определяют приблизительно, а каждая стереопара обеспечивается опорными точками, располагающимися, примерно, по углам рабочей площади. Общее число опорных точек должно быть не менее пяти на каждую пару снимков. Ориентировочные схемы расположения опорных точек приведены на рис.6 Указаний.

П. И с х о д н и е д а н н ы е

1. Отсчеты по шкалам стереокомпаратора на координатные метки, опорные и ориентирующие точки x_i, y_i, p_i и q_i .
2. Элементы внутреннего ориентирования фотокамеры f_k, x_0, z_0 .
3. Приближенные значения ЭВО снимков.
4. Геодезические координаты опорных точек.

II. И з м е р е н и е с н и м к о в и в ы ч и с л е - н и е п л о с к и х к о о р д и н а т т о ч е к

Снимки ориентируются в стереокомпараторе по координатным меткам и измеряются с получением отсчетов по шкалам x_i, y_i, p_i, q_i на метки, опорные, ориентирующие и определяемые точки.

Плоские координаты левого и правого снимков стереопары вычисляются по зависимостям, изложенным в приложении I7.

III. О п р е д е л е н и е Э В О с н и м к о в в п р и н я т о й с и с т е м е к о о р д и н а т

Построение геодезической модели с определением ЭВО снимков производится путем ориентирования в принятой системе 2 координат левой и правой односторонних снимков с одновременным учетом условий коллинеарности

одноименных ориентирующих лучей.

При этом поправки в приближенно заданные значения ЭВО левого и правого снимков находят из решения системы уравнений прогрессностей, которые для каждой опорной точки, изображенной на обоих снимках имеют вид:

$$\begin{aligned}
 \text{I} \quad & \begin{cases} a'_1 \delta X_s + b'_1 \delta Y_s + c'_1 \delta Z_s + d'_1 \delta d_x + e'_1 \delta d_y + f_1 \delta n \\ + 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 + \ell'_x = v'_x \\ a''_1 \delta X_s + b''_1 \delta Y_s + c''_1 \delta Z_s + d''_1 \delta d_x + e''_1 \delta d_y + f_1 \delta n + \\ + 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 + \ell'_y = v'_y \end{cases} \\
 \text{II} \quad & \begin{cases} A_1 \delta X_s + B_1 \delta Y_s + C_1 \delta Z_s + D_1 \delta d_x + E_1 \delta d_y + F_1 \delta n + \\ + A_1 \delta X'_s + B_1 \delta Y'_s + C_1 \delta Z'_s + D_1 \delta d'_x + E_1 \delta d'_y + F_1 \delta n + \ell_q = v_q \end{cases} \quad (1) \\
 \text{III} \quad & \begin{cases} 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 + \\ \bar{a}'_1 \delta X'_s + \bar{b}'_1 \delta Y'_s + \bar{c}'_1 \delta Z'_s + \bar{d}'_1 \delta d'_x + \bar{e}'_1 \delta d'_y + \bar{f}'_1 \delta n + \ell''_x = v''_x \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ + \bar{a}''_1 \delta X'_s + \bar{b}''_1 \delta Y'_s + \bar{c}''_1 \delta Z'_s + \bar{d}''_1 \delta d'_x + \bar{e}''_1 \delta d'_y + \bar{f}''_1 \delta n + \ell''_y = v''_y \end{cases}
 \end{aligned}$$

Коэффициенты этих уравнений находят по измеренным плоским координатам точек снимков и приближенным ЭВО в соответствии с зависимостями (14 и 15) настоящих Указаний.

Для нахождения поправок к приближенно заданным ЭВО левого и правого снимков с оценкой точности необходимо иметь не менее четырех опорных точек на каждую стереопару.

Систему уравнений вида (1) решают по способу наименьших квадратов с переходом к матрице нормальных уравнений 12-го порядка. При этом уравнения типа II системы дается вес P_q , равный отношению квадратов средних квадратических ошибок идентификации, измерения координат опорных точек и измерений продольных параллаксов. Принимая $m_p = \pm 10$ мкм, а $m_x = m_z = \pm 20-30$ мкм (с учетом ошибок идентификации), получим $P_q = 4-9$. Все остальные уравнений (I и III) принимаются равным I.

Задача в целом решается итеративным путем с последовательным уточнением значений неизвестных.

В результате решения находят линейные и угловые ЭВО обоих снимков стереопары в принятой системе координат.

Удобнее решать в фотограмметрической системе координат, для чего геодезические координаты опорных точек предварительно преобразовы-

входят в эту систему. Для решения задачи с использованием системы координат и элементов внешнего ориентирования, принятых при воздушной стереофотоосъемке, положительное направление координатных осей при съемках с высоких опор показано на рис. 11-13 в соответствии с Указаниями.

При использовании системы координат и элементов ориентирования, принятой в случае наземной стереофотоосъемки с высоких опор, удобно использовать следующие соотношения:

а) съемка с одной опоры при вертикальном базисе фотографирования

$$X_{\text{фр}} = \pm X_1; \quad Y_{\text{фр}} = \pm Y_1; \quad Z_{\text{фр}} = Z_1;$$

б) съемка с двух опор при горизонтальном базисе фотографирования

У. В ы ч и с л е н и е г л о б а л ь н ы х к о о р д и н а т о п р е д е л е н н ы х т о ч е к

Координаты определенных точек находят по известным плоским координатам и полученным значениям ЭЗО снимков в результате решения прямой фотограмметрической задачи. При этом используют формулы наземной (см. пп. 1.15 - 1.16 Указания) или воздушной стереофотоосъемки:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_{\text{сн}} + N_1 X_1^0; \\ Y_1 &= Y_{\text{сн}} + N_1 Y_1^0; \\ Z_1 &= Z_{\text{сн}} - N_1 f, \end{aligned} \quad N_1 = \frac{B_x + \frac{x_1^0}{f_k} - B_z}{\rho_1^0},$$

где x_1^0, y_1^0 - координаты точек левого снимка, трансформированные по известным формулам с использованием полученных угловых ЭЗО;
 $\rho_1^0 = x_1^0 - x_1^0$ - проекционный параллель в x_1^0 - трансформированные координаты правого снимка.

Подобным же образом координаты определенных точек земной поверхности можно использовать для составления крупномасштабных топографических планов с шкатульным способом или приводить в виде подомости координат или других соотношений и другие элементы последующего объема

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ РЕЛЬЕФА

1. Вертикальная проекция (рис.1,а) изображает рельеф в заданном масштабе фронталями получившимися при сечении рельефа плоскостями, параллельными вертикальной плоскости проекции и имеющими заданный интервал сечений.

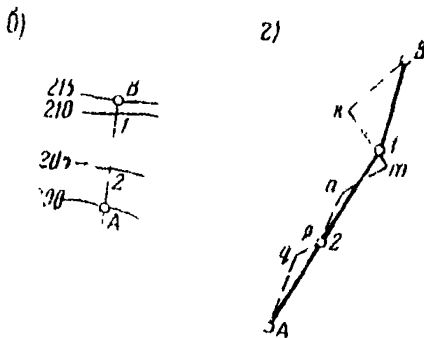
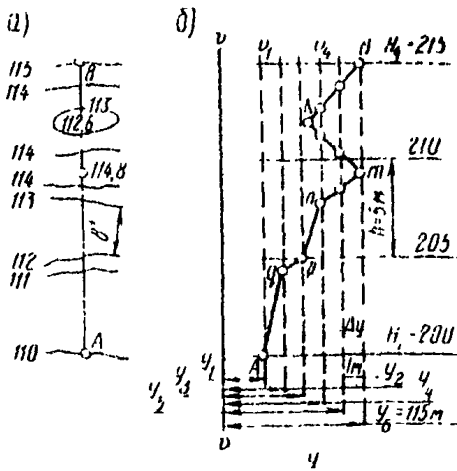


Рис.1

участка (рис.1,б) интервал сечений рельефа ΔY принят равным 1 м. чтобы на плане в горизонталях (рис.1,в) заложения между изолиниями

Вертикальные про-
екции повышают качество
изображения рельефа
труднодоступных горных
участков и заменяют или
дополняют их сфериче-
ские в этих условиях
планы в горизонталях.
Применение вертикальных
проекций рельефа созда-
ет предпосылки для со-
здания полной замены
на местности ка-
меральной обработки
топографических интс-
ринов.

Для создания вер-
тикальных проекций
рельефа наиболее эффек-
тивна фототоподобная
съемка.

Вертикальная плос-
кость проекции в этом
случае проходит через
базис фотографирования,
центром проекции явля-
ется центр объектива
фотокамеры на левом
конце базиса.

На схеме вертикаль-
ной проекции обрешеточ-

онли не меньше, установлена высота сечения рельефа $h = 5 \text{ м}$.

Представление о степени обобщения рельефа обрывного участка на плане в горизонталях дает рис.1,г, где сплошной линией показан поперечный профиль по АВ, составленный по плану в горизонталях, а пунктирной - построенный по вертикальной проекции.

Положение точек местности на вертикальной проекции определяется фотограмметрическими координатами X и Z (n), координата Z олужит для построения линий равных отстояний - фронтоалей.

2. Свойства фронтоалей (рис.2) вытекают из определения фронтоалей ка линий равных отстояний точек местности от вертикальной плоскости проекции:

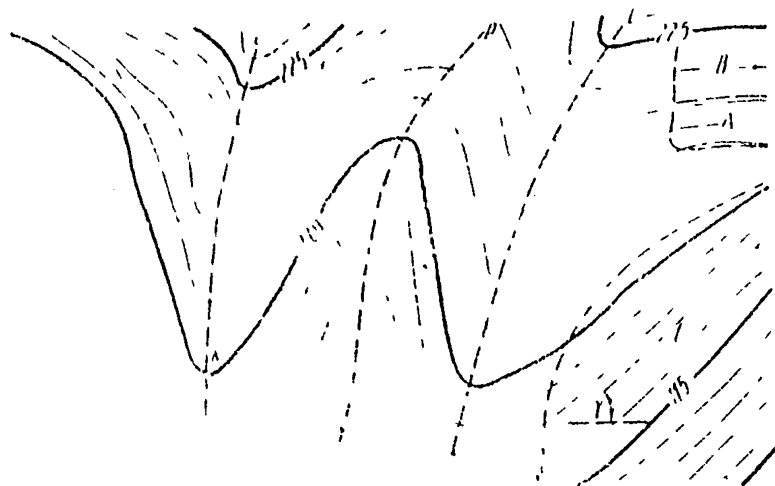
а) все точки S , лежащие на одной фронтоале, одинаково удалены от вертикальной плоскости проекции ($Y_s = 121 \text{ м}$);

б) все фронтоалей в пределах данной проекции непрерывны;

в) при правильном выборе положения оазиса фотографирования фронтоалей не пересекаются, их пересечение говорит о том, что одна форма рельефа закрывает другую;

г) фронтоалей, изображающие равномерный склон (участок В), параллельны друг другу, их наклон к горизонту (угол γ) тем больше, чем больше угол β между плоскостью ската и вертикальной плоскостью проекции;

д) фронтоалей, замыкающиеся в пределах чертежа, обозначают или нависающий над обрывом выступ (точка Н), или западающую в обрыв котловину (точка К). Выступ или впадина опознаются по отстояниям характерных точек и близлежащих фронтоалей;



в) V - образные фронталы обозначают ложину (линии 11 и $11'$ оси ортогов) и, наоборот, A -образные - хребет (линии PQ - водоразделные линии, проходящие по хребту);

ж) подразделенные линии и оси ложин пересекаются фронталью под прямым углом (точка R);

з) как правило, точки имеющие на проекции большие отстояния, имеют и большие отметки (исключения п.5);

и) расстояния на проекции между фронтальями ($6v$) и их ориентировка (углы γ) характеризуют крутизну ската.

При одинаковых углах γ или при $\gamma = 0$ промежутки между фронтальями тем больше, чем больше угол наклона ската α к горизонтальной плоскости проекции (участок B круче участка A);

и) оптимальной ориентировкой для вертикальной плоскости проекции (овисаи фотографирования) будет та, при которой заложения между фронтальями максимальны.

8. При развитии базисов фотоаэрометричной съемки для создания вертикальных проекций рельефа выполняются требования, изложенные выше.

При рукогносцировке по картографическим материалам местного масштаба плоскости проекции ориентируют так, чтобы направлением простиранения рельефа отдельных участков составили с выбранным направлением возможно меньшие углы.

На местности базисы фотографирования разбивают ориентированными по участкам так же, как и выбранное направление плоскости проекции.

4. Вертикальные проекции рельефа на существующих приборах создаются:

а) графоаналитически;

б) при приборах воздушной стереофотограмметрии (стереопланиграф и др.).

Графоаналитический способ включает следующие этапы:

а) на стереоскопирователе наблюдают все характерные точки рельефа и вычисляют их фотограмметрические координаты (приложение 22);

б) проекции составляют на основе в виде сетки квадратов (10×10 или 5×5 см). С помощью палетки-координатометра или осевого координатного графа по координатам X_{ϕ} , H_{ϕ} (Z_{ϕ}) характерные точки показывают на проекции и выписывают отстояния Y_{ϕ}

в) по характерным направлениям показывают линии интерпретации, на которых определяют положение примыточных фронталей;

г) точки, имеющие одинаковые отстояния, соединяют линиями одноименных фронталей.

При создании единой вертикальной проекции для участка, ската и в нескольких базисов, все координаты точек вычисляют в системе координат крайнего четвертого 9 зиса фотографирования.

На стереокомпараторе можно сразу снять точки фронтоидей.

Вертикальные проекции по материалам фотодокументной съемки наиболее эффективно строятся на стереоприборах воздушной стереофотограмметрии, так как схема построения фронтоидей аналогична схеме построения по аэропунктам горизонтоидей. С точки зрения фотограмметрии обе извилины являются линиями равных параллаксов.

Снимки на стереоприборах ориентируют по контрольным точкам. На стереопланиграфе нормально ориентированную модель создают обычными приемами, по оси стереопланиграфа включают как при обработке аэроснимков.

Сводку проекций полученных на стереопланиграфе, подготавливают в процессе вычерчивания фронтоидей. Для первого левого базиса расчетная отстояние

$$Y_p = Y_{\phi} - 0,5 f.$$

Если данный базис отстоит от левого крайнего базиса на величину ΔY то

$$Y_p = Y_{\phi} - 0,5 f \pm \Delta Y.$$

Построение проекции монтируют с учетом координат контрольных точек отдельных проекций.

Маршрутные описи можно обрабатывать сразу на приборе сплошным массивом, перемещением основы на столе координатографа в соответствии с координатами X_{ϕ} и Z_{ϕ} (H_{ϕ}) центров отдельных проекций.

5. При проектировании трассы по вертикальной проекции рельефа решают следующие задачи:

О п р е д е л е н и е к о о р д и н а т и в ы с о т т о ч е к. Отметим точки местности определением в масштабе расстояний от горизонтальных линий координатной сетки до искомым точек. Если вертикальное расстояние (nd), измеренное по проекции от точки n до горизонтальной линии с отметкой 250, равно 12,7 мм = 0,0127 м, от отметка

$$H_n = 250,00 - 0,0127 \cdot 200 = 247,46 \text{ м.}$$

Абсциссы соответственно определяют по расстояниям до точек от вертикальных линий координатной сетки. Для той же точки n измерено горизонтальное расстояние $CP = 6$ мм; тогда

$$X_n = 440,00 + 0,006 \cdot 100 = 41,20 \text{ м.}$$

С о с т а в л е н и е п р о д о л ж н ы х р а з р ы з о в и п р о е к т и р о в а н и е т р а с с ы в п л а н е. Укладка трассы по вертикальной проекции рельефа начинается с создания продольных разрезов. Если по данным предварительного проекта известны углы отклонения отдельных участков трассы от направления базиса

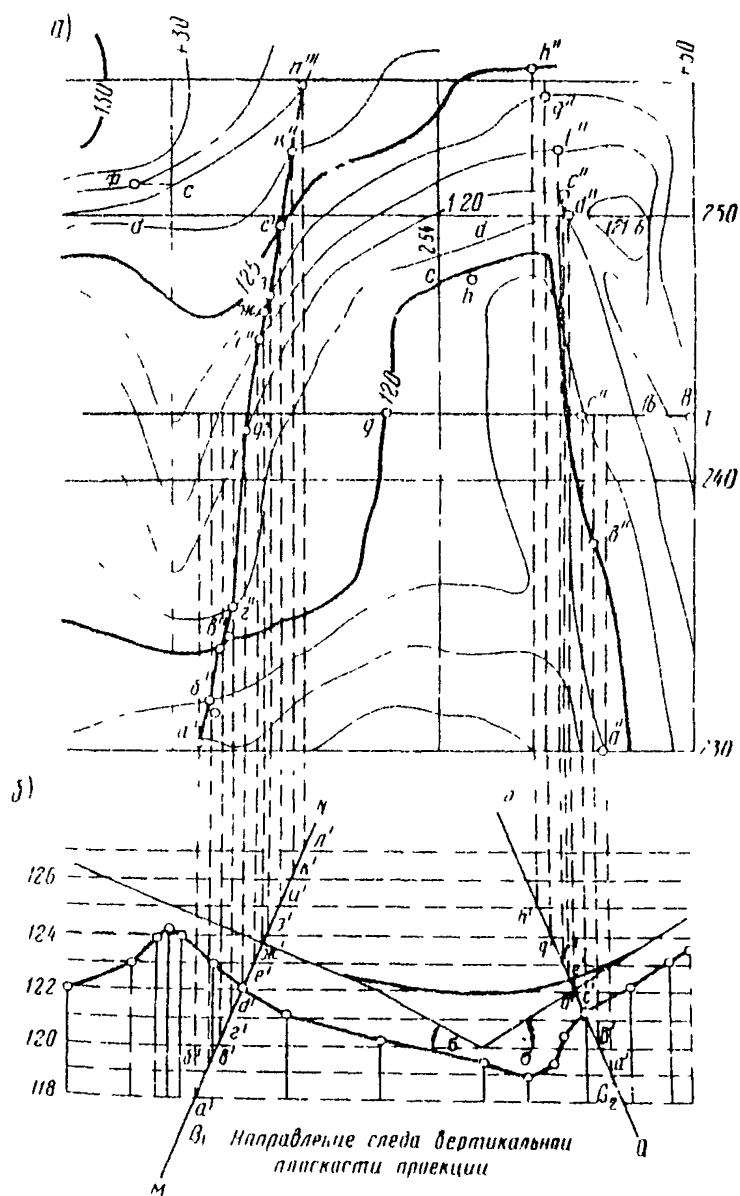


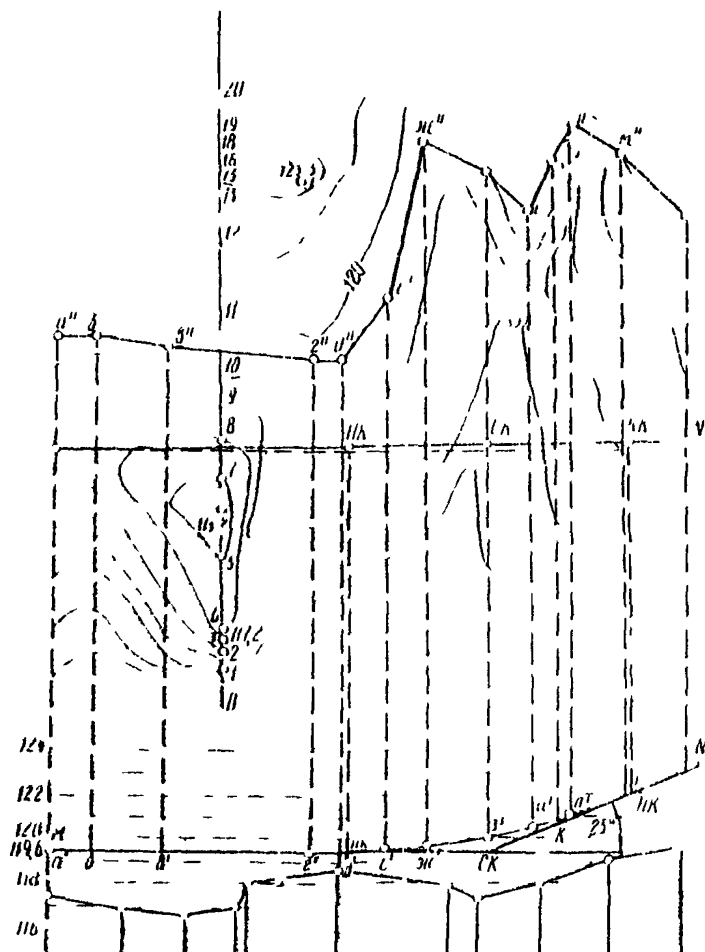
Рис. 3

Частоту провайдера (плоскостная проекция), можно описать с помощью и т.

$$t_{pus} = t_{psucb}.$$

Положение нулевой точки продольного разреза определяется как в п. 13.

Когда положение следы секущей плоскости продольного разреза на провинция определено (1-1 на рис.3,а и MN на рис.4), строят разрез. На горизонтальной прямой откладывают расстояния между точками пересечения секущей плоскости с фронтальными и другими характерными точками (оси дорог, хребты и т.д.), у точек выписывают их отсложения. На пер-



Page 4

перпендикулярах, восстановленных из точек на прямой, откладывают в заданном масштабе M_γ отстояния. Полученные точки соединяют прямыми линиями. Построение продольного разреза можно ускорить, расположив его в проекционной связи с вертикальной проекцией, т.е. так, чтобы обе проекции на одной вертикали имели одинаковые абсциссы.

На составленных продольных разрезах — горизонтальном на рис.3.и наклонном на рис.4 — укладывают трассу и выполняют подготовительные работы для съемки поперечников.

По проекту плане линии и уклонам, принятым при трассировании, может быть построена вертикальная проекция трассы. При этом вычисляются для прямых участков трассы отметки точек начала (НК) и конца (КК) кривых, на кривых дополнительно отмечают середины кривой (СК) (см.рис.4). По вычисленным отметкам точки трассы строят на вертикальной проекции рельефа и соединяют прямыми линиями.

С о с т а в л е н и е п о п е р е ч н ы х п р о ф и л е й. Возможны три варианта расположения плоскости поперечного профиля относительно вертикальной плоскости проекции: плоскость поперечника перпендикулярна плоскости проекции, параллельна плоскости проекции, имеет произвольную ориентировку.

В каждом случае методика съемки профиля имеет свои особенности.

Если плоскость поперечника перпендикулярна вертикальной плоскости проекции, след секущей плоскости на проекции — вертикальная прямая линия (AB на рис.4,а). При построении такого профиля на стандартном листе миллиметровой бумаги прочерчивают вертикальную линию и откладывают на ней расстояния между фронталями и характерными точками. У точек выписывают их отстояния, отложив которые получают точки поперечного профиля (рис.5).

При плоскости поперечника, параллельной плоскости проекции, известно отстояние Y_n , постоянное для всех точек: если оноратно интервалу сечения фронталей ΔY , то очертание поперечника дает фронталь, имеющую то же отстояние. Для любых других значений Y_n точки поперечника определяют по интерполяции.

В общем случае трасса отклонена от вертикальной плоскости проекции на угол δ .

Плоскость поперечника проекции составит при этом с плоскостью вертикальной проекции угол β , равный

$$\beta = 90^\circ - \delta.$$

Горизонтальные следы секущих плоскостей MN и PQ представлены на рис.3.б.

Точки профиля на вертикальной проекции будут исходить из пересечения одноименных фронталей секущей плоскости и вертикальной плоскости проекции.

$$\alpha'_v = \frac{\Delta \gamma}{m} \operatorname{ctg} \beta.$$
$$\epsilon = \frac{\Delta Y}{\Delta l} \cos \sec \beta$$

пересечения в точке L'' с одноименной фронтальной на вертикальный про-
екции рельефа. Затем циркулем-измерителем берут расстояние от гори-
зонтальной линии I-I до полученной точки L'' и откладывают на
климатической бумаге от линии I-I на вертикали, имеющей то же от-
стояние $Y_A = 127$ м.

На листе оуаги (рис.6) проводит ряд вертикальных линий. Расстояние между ними l равно вычисленным. Для поперечника $\text{пк } 16 + 20$ $l_1 = a'b' - b'b'' \dots$, для поперечника $\text{пк } 16 + 38$ расстояние $l_2 = a_1'b_1' - b_1'b_1'' \dots$

Вертикальные линии откладывают вниз для точек, отстояний которых меньше отстояний точки пересечения горизонтального следа поперечника с линией продольного разреза.

Ось пути показывают вертикальной линией, отстояние которой отстоит от отстояния оси на плане трассы $Y_M = 129,7$ м;
 $Y_p = 122,3$ м.

Из точки пересечения следа поперечника и проекции фронтали (например, точки A' , имеющей отстояние $Y_A = 127$ м) восстанавливают перпендикуляр до

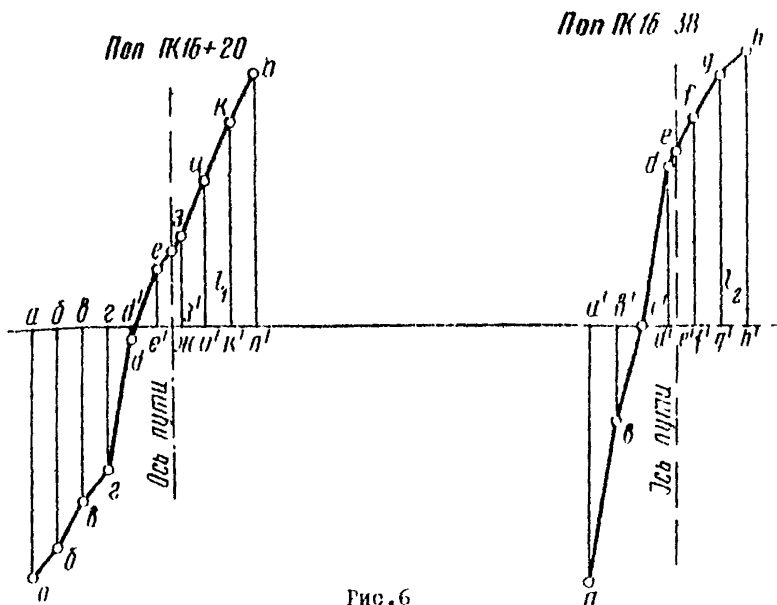


Рис.6

Составление продольного профиля по оси трассы. Продольные профили по оси пути строят так же, как поперечные (см.рис.4).

Если трасса — прямая линия, параллельная плоскости проекции, продольный профиль представляет собой линию на проекции отсгония точек которой равно отстоянию трассы ($a'' \dots \delta''$) на участке между точками М—Н, полученному по интерполяции.

На вертикальной проекции определяют точки, имеющие отстояния, кратные интервалу сечения (точки З'', К'', М'' и Н''). Если построенные точки не отражают всех перегибов профиля, из характерных мест изгибов фронтов, расположенных между уже полученными точками, опускают перпендикуляры к трассе и определяют отстояния точек трассы, соответствующие изгибам фронтов. Затем проведенный перпендикуляр сверху ограничивается точкой, интерполированное отстояние которой равно отстоянию точки трассы. Например, по перпендикуляру, опущенному из логга (равно точки Н'') определено, что точка трассы на этом изгибе имеет отстояние 120,6 м. Значит, окончательную точку Н'' надо разместить на перпендикуляре, интерполируя между фронтами 120 и 121 м.

Подобным образом получены точки профиля Ж'' и Л''.

Продольный профиль (рис.7) строится следующим образом. На прямой откладывают расстояния с плана трассы $a'b', б'б' \dots м'н'$, а в соответствующих точках проецирования над проектной линией — ленту с вертикальной проекции рельефа.

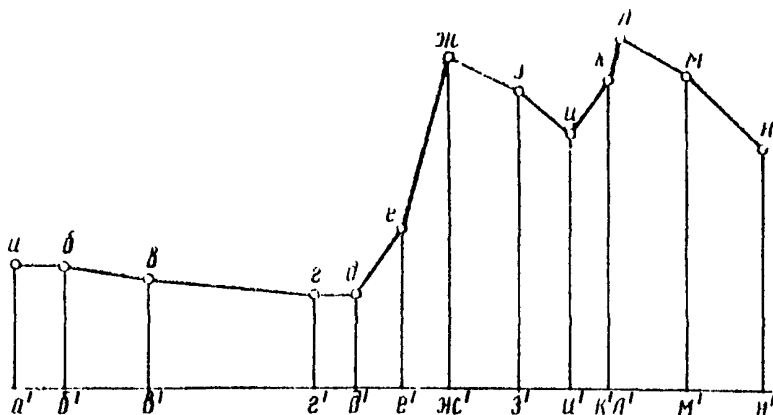


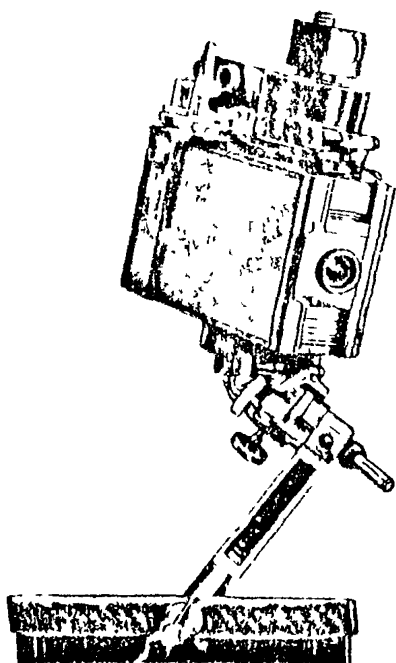
Рис.7

Помимо задач, сопровождающих трассирование дорог, применение вертикальных проекций рельефа рекомендуются:

- для подсчета объемов работ по поперечным профилям, отстояниям характерных точек проекции, а также для обозначения границы земляных работ по красным проектам отстояниям;
- при проектировании противообвальных сооружений и обрушения нависающих частей обрывов, подсчете проектных и фактических объемов при взрывах на оброс или обрушение;
- для инженерно-геологической характеристики обнажений, выходов пород, обросов и других геологических явлений в районе трассы.

СТРУБЦИНА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ФОТОТЕОДОЛИТА К ОПОРЕ

Сконструированная и изготовленная ЦНИИОм струбцина (см. рисунок) предназначена для пространственного ориентирования и крепления фото-теодолита к любым предметам, используемым в качестве опоры для фото-графирования.



Струбцина снабжена червячными шестернями с микрометрическими винтами, позволяющими вращать и наклонять фотокамеру в любых направлениях.

Дополнительное ориентирующее устройство струбцины позволяет при производстве фотосъемки с точностью до 1^0 удерживать заданные величины угловых элементов внешнего ориентирования в пределах $\alpha = \pm 30^0$, $\omega = \pm 30^0$,

$\kappa = \pm 90^0$. Дополнительное устройство состоит из подвижного уровня со шкалой углов в градусах, фиксирующего посредством переключающего устройства угловые элементы внешнего ориентирования.

Струбцина снабжена также переходной втулкой, позволяющей использовать механизмы наклонов и поворотов при съемке со стан-

дартных геодезических штативов.

Опытно-производственные работы показали, что струбцина надежно крепится к любым деталям сооружений, используемых в качестве опоры, и позволяет уменьшить взаимные углы наклонов и поворота снимков стереопары до $1-2^0$, благодаря чему качество стереоскопических наблюдений снимков значительно повышается.

Конструктивно струбцина проста и не требует специальных юстировок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б л о х и н Н.А. Стереофотограмметрическая наземная съемка. М., ОНТИ, 1937.
2. К о н ш и н М.Д. Аэрофотограмметрия. М., "Недра", 1967.
3. К и р и л л о в В.С., Б р у е в и ч П.П. Составление фронтальных планов и профилей по материалам фототеодолитной съемки. М., "Недра", 1970.
4. Л о о а н о в А.Н. Фототопография. М., "Недра", 1968.
5. Н а н к р а т ь е в Ю.П., П у з а н о в Б.С., С е р - д ы к о в В.М. Инженерная фотограмметрия. Львовский университет, 1964.
6. С к и р и д о в А.С. Стереофотограмметрия. М., Геодезиздат, 1959.
7. Т р у н и н А.П., Ф и н а р е в с к и й Н.П., Ч и с - т я к о в С.В. Фототеодолитная съемка в крупных масштабах. М., "Недра" 1970.