

УДК 528.711.1

Е. И. СМЕРНОВ

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ КООРДИНАТАМИ ТОЧЕК СНИМКА И КОРРЕКТУРНЫМИ УГЛАМИ, ИЗМЕРЕННЫМИ С КОНЦОВ БАЗИСА

Основной задачей наземной стереофотограмметрической съемки является получение геодезических координат точек местности по фототеодолитным снимкам с известными элементами внутреннего и внешнего ориентирования или (для условных сетей) — взаимного ориентирования. В некоторых случаях возникает необходимость решать обратную задачу, т. е. определять по известным координатам точек местности и элементам внутреннего и внешнего (взаимного) ориентирования координаты точек снимка.

Такая задача возникает при уравнивании с использованием координат корректурных точек, элементов внешнего (взаимного) и внутреннего ориентирования, когда известны приближенные значения элементов внешнего (взаимного) ориентирования.

Часто развитие опорной сети для определения координат корректурных точек неэкономично или затруднительно, например, при съемке отвесных стен большой протяженности. В таких случаях целесообразно вместо координат точек измерять корректурные углы на легко опознаваемые по снимкам точки, которые и будут служить корректурными при уравнивании.

Условимся называть угол, лежащий между проекцией на горизонтальную плоскость вектора \vec{SM} , соединяющего переднюю узловую и корректурную точки, и фотограмметрической осью Y как корректурный угол λ . Направление положительного угла λ совпадает с направлением положительного угла внешнего ориентирования снимка α . Угол, лежащий в вертикальной плоскости между

вектором \vec{SM} и его проекцией на горизонтальную плоскость, — как корректурный угол β . Направление положительного угла внешнего ориентирования снимка ω . Корректурный угол, лежащий в плоскости XZ и соответствующий углу внешнего ориентирования снимка ω , примем равным нулю, так как при угловых измерениях теодолит горизонтируется достаточно строго.

Учитывая то, что измерять корректурные углы из передних узловых точек затруднительно, измеряют углы λ' и β' из центров вращения инструментов. Следовательно, возникает необходимость

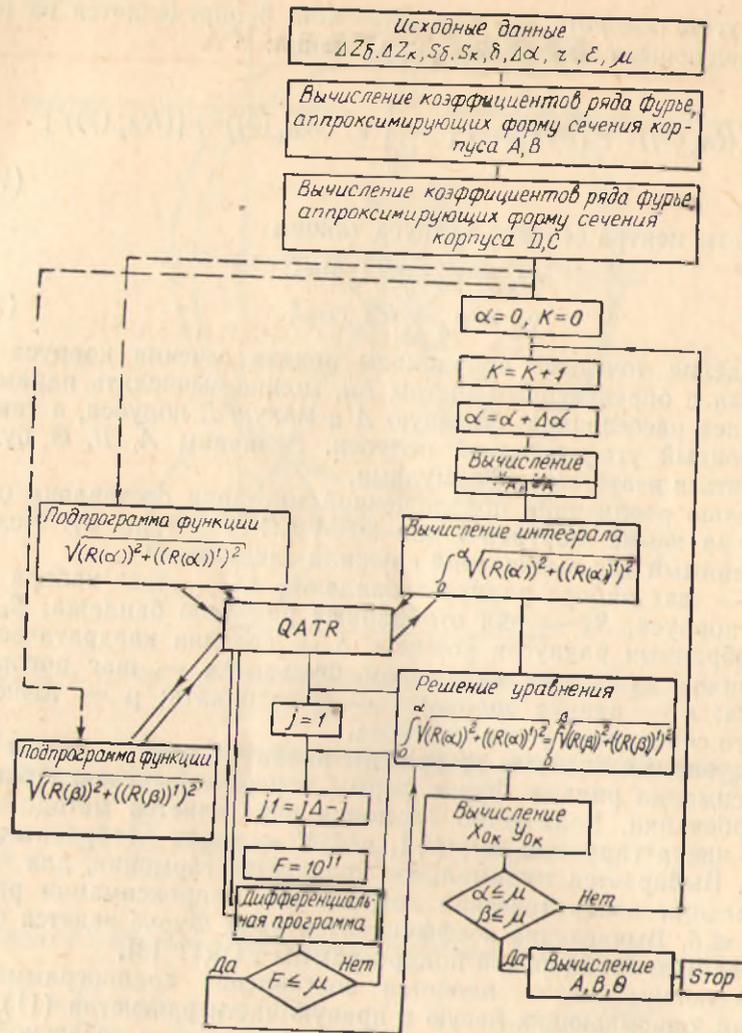


Рис. 2. Блок-схема программы для определения областей возможных положений центра сечения.

Следующим этапом является вычисление величин $X_{ок}$ и $Y_{ок}$. Если фазы α и β не отличаются на величину погрешности μ от 0° , то проводится вычисление элементов эллипса погрешностей, в противном случае выполняется новый цикл.

Список литературы: 1. Астащенко Г. Г. Геодезические измерения диаметров бандажей вращающихся печей. — Изв. вузов: Строительство и архитектура, 1966, № 1. 2. Винник В. Н., Зинько Я. А., Кравченко В. М. и др. Об определении возможного положения оси вращения печи. — Тр. НИИцемент, 1977, вып. 39. 3. Математическое обеспечение ЕС ЭВМ. — Институт математики АН БССР. Минск, 1974, вып. 4.

Статья поступила в редколлегию 16.04.82

определять поправки в корректурные углы, вызванные внецентренностью передней узловой точки. При фототеодолитной съемке угол внешнего ориентирования снимка κ — весьма мал. В таком случае поправки в корректурные углы можно определить по формулам (1). Эти формулы получают из сравнения засечек одной и той же точки из центров вращения инструментов и из передних узловых точек. Взаимное расположение точек C и S является функцией линейного элемента внецентренности передней узловой точки l_0 и угловыми элементами внешнего (взаимного) ориентирования снимков α, ω

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \Delta \lambda_N &= \frac{l_0 \sin (\lambda'_N - \alpha_N) \cos \omega_N}{S_N - l_0 \cos (\lambda'_N - \alpha_N) \cos \omega_N}; \\ \operatorname{tg} \Delta \beta_N &= \frac{\Delta S_N \operatorname{tg} \beta'_N - l_0 \sin \omega_N}{S_N - \Delta S_N + (S_N \operatorname{tg} \beta'_N - l_0 \sin \omega_N) \operatorname{tg} \beta'_N}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $S_L = B \frac{\cos \lambda'_R}{\sin (\lambda'_L - \lambda'_R)} - S_N$ — для левого снимка;

$S_R = B \frac{\cos \lambda'_L}{\sin (\lambda'_L - \lambda'_R)} - S_N$ — для правого снимка;

$$\Delta S_N = S_N \left(1 - \frac{\sin (\lambda'_N - \alpha_N)}{\sin (\lambda'_N - \alpha_N + \Delta \lambda_N)} \right);$$

B — базис фотографирования;

λ'_N, β'_N — корректурные углы для левого ($N=L$) и правого ($N=R$) снимков, измеренные из точки центра вращения фототеодолита;

α_N, ω_N — углы внешнего (взаимного) ориентирования для левого и правого снимков;

l_0 — внецентренность передней узловой точки.

Исправив измеренные углы за внецентренность передней узловой точки, окончательно получим корректурные углы по формулам:

$$\lambda = \lambda' + \Delta \lambda; \quad \beta = \beta' + \Delta \beta. \quad (2)$$

Для нахождения зависимости между координатами точек снимка и корректурными углами воспользуемся формулами [2]:

$$\begin{aligned} x - x_0 &= f \frac{a_1 (X - X_0) + b_1 (Y - Y_0) + c_1 (Z - Z_0)}{a_2 (X - X_0) + b_2 (Y - Y_0) + c_2 (Z - Z_0)} \\ z - z_0 &= f \frac{a_3 (X - X_0) + b_3 (Y - Y_0) + c_3 (Z - Z_0)}{a_2 (X - X_0) + b_2 (Y - Y_0) + c_2 (Z - Z_0)}, \end{aligned} \quad (3)$$

где: f, x_0, z_0 — элементы внутреннего ориентирования фотокамеры; x, z — координаты корректурных точек на снимке; X_0, Y_0, Z_0 — координаты передней узловой точки в фотограмметрической

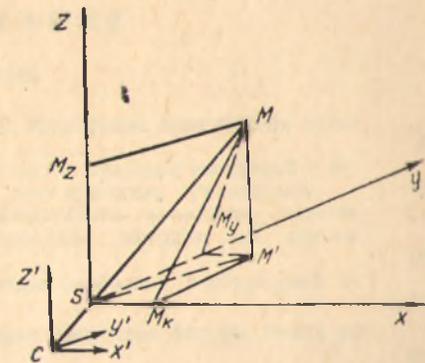
системе, у которой ось X совпадает с вектором, соединяющим передние узловые точки; X, Y, Z — координаты корректурных точек в той же системе; a_i, b_i, c_i — направляющие косинусы, вычисленные по угловым элементам внешнего (взаимного) ориентирования.

Перейдем от пространственных координат корректурных точек к полярным координатам [1]:

$$\begin{aligned} (X - X_0) &= d \cos \alpha_x; & (Y - Y_0) &= d \cos \alpha_y; \\ (Z - Z_0) &= d \cos \alpha_z, \end{aligned} \quad (4)$$

где d — длина вектора \overline{SM} (см. рисунок); $\alpha_x = \angle MSM_x$; $\alpha_y = \angle MSM_y$; $\alpha_z = \angle MSM_z$.

Из рисунка видно, что углы $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ связаны с корректурными углами $\lambda = \angle M_Y S M'$ и $\beta = \angle M S M'$ следующими зависимостями:



Зависимость между пространственными и полярными координатами точек.

$$\cos \alpha_x = \sin \lambda \cos \beta; \quad \cos \alpha_y = \cos \lambda \cos \beta; \quad \cos \alpha_z = \sin \beta. \quad (5)$$

Учитывая равенства (3), (4), (5), после несложных преобразований получим:

$$\begin{aligned} x - x_0 &= f \frac{a_1 \sin \lambda + b_1 \cos \lambda + c_1 \operatorname{tg} \beta}{a_2 \sin \lambda + b_2 \cos \lambda + c_2 \operatorname{tg} \beta} \\ z - z_0 &= f \frac{a_3 \sin \lambda + b_3 \cos \lambda + c_3 \operatorname{tg} \beta}{a_2 \sin \lambda + b_2 \cos \lambda + c_2 \operatorname{tg} \beta}. \end{aligned} \quad (6)$$

Равенства (6) действительны для общего случая съемки при любых значениях угловых величин α, ω, κ . При малых значениях угловых элементов внешнего (взаимного) ориентирования формулы примут вид:

$$\begin{aligned} x - x_0 &= f \operatorname{tg} \lambda - (1 + \operatorname{tg}^2 \lambda) f \alpha - \frac{\operatorname{tg} \lambda \operatorname{tg} \beta}{\cos \lambda} f \omega + \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \lambda} f \kappa; \\ x - x_0 &= f \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \lambda} - \frac{\operatorname{tg} \lambda \operatorname{tg} \beta}{\cos \lambda} f \alpha - \left(1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \beta}{\cos^2 \lambda} \right) f \omega - f \operatorname{tg} \lambda \kappa. \end{aligned} \quad (7)$$

Для нормального случая съемки, когда $\alpha = \omega = \kappa = 0$, формулы можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} x - x_0 &= f \operatorname{tg} \lambda; \\ z - z_0 &= f \operatorname{tg} \beta \sec \lambda. \end{aligned} \quad (8)$$

Полученные формулы позволяют вычислять координаты точек снимка по измеренным корректурным углам без непосредственного вычисления координат корректурных точек по известным из геодезии формулам.

Список литературы: 1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. — М.: Наука, 1970. 2. Лобанов А. Н. Фотогеография. Наземная стереофотограмметрическая съемка. — М.: Недра, 1968.

Статья поступила в редколлегию 11.05.88

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОДЕЗИЯ

Антонов В. А., Холшевников К. В. К нормировке максвеллова представления шаровых функций	3
Виленский В. А. Учет соотношения точности линейных измерений и исходных азимутов при априорной оценке точности цепи трилатерации	9
Дербал А. И. О редукации планово-высотного положения подземных коммуникаций, определенного индукционным методом на горном склоне	14
Джуман Б. М. Зависимость амплитуды колебаний изображений от высоты визирного луча	16
Евсеев С. В. К вопросу об определении элементов фигуры Земли по гравиметрическим данным	21
Евсеева Э. М., Глаголев М. Л. Об изостатически нескомпенсированных массах литосферы Карпатского региона	27
Заблоцкий Ф. Д., Кулиш Л. А. К вопросу учета астрономической рефракции в Антарктиде	32
Кметко И. Н., Крацов Н. И., Литинский В. О. Совместные определения вертикальных градиентов температуры и радиационного баланса в трехметровом приземном слое атмосферы	37
Коваленко В. А., Колгунов В. М. О некоторых погрешностях фотографического метода полевых астроопределений	40
Колос А. С. Применение оптических квантовых генераторов для установки и контроля расстояний при производстве экранно-масочных узлов цветных кинескопов	46
Костецкая Я. М. Влияние дирекционных углов на точность сетей трилатерации с исходными пунктами	51
Макушин А. В. Оптимальные расстояния между пикетными точками при проектировании рисовых оросительных систем	56
Марченко А. Н. О динамическом методе спутниковой геодезии	60
Марыч М. И. О методе Молоденского решения его краевой задачи	67
Матяшук И. С. Сравнение методов учета атмосферы при радиодальномерных измерениях	74
Мещеряков Г. А., Волжанин С. Д. Использование метода L_p -оценок при определении параметров общеземного эллипсоида	76
Монин И. И. К оцениванию точности геодезических сетей	81
Островская С. А. Исследование точности тригонометрического нивелирования на малые расстояния с учетом рефракции методом рефракционного базиса	89
Островский А. Л., Кметко И. Н., Литинский В. О. К исследованию правильности хода фокусирующей линзы высокоточных нивелиров	95
Рудский В. И., Хохлов Г. П. Опыт закладки нивелирных знаков для наблюдений за осадками фундаментов сооружений в особо сложных условиях	104
Спицын Ю. И. Способ минимизации погрешностей определения коор-	145