

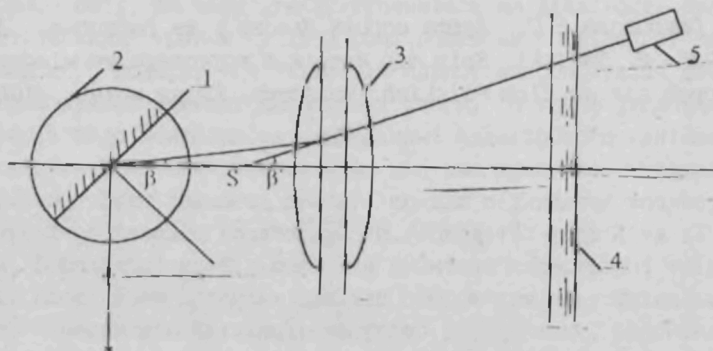
А Е Р О Ф О Т О З Н І М А Н Н Я

УДК 528

В.М.Глотов, Д.М.Турук

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗНІМАЛЬНОЇ
СИСТЕМИ-КАМЕРИ "КИЇВ-6С"

Дистанційні методи визначення кількісних параметрів досліджуваних об'єктів набувають все більшого розповсюдження. Особливо це стосується короткобазисної фотограмметрії [2]. Це пов'язано насамперед з тим, що тепер існує можливість автоматизованої обробки отриманих фотографічних матеріалів та застосування аналітичних методів обробки, які дають змогу з великою точністю отримати результати обчислень. Однак з точки зору знімального парку приладів питання є набагато складнішим. Існуючі фототеодоліти та метричні знімальні камери розробляють для отримання кількісних характеристик макрооб'єктів. Таким чином, постає задача визначити знімальну камеру, яка б задовольняла вимоги короткобазисної фотограмметрії. Для відповідних досліджень була вибрана фотографічна камера "Київ-6С".



Оптико-кінематична схема польового способу.

Визначення елементів внутрішнього орієнтування (ЕВНО) та дисторсії об'єктива камери проводили таким чином [1].

Пучок паралельних променів, які прямують від віддаленого предмета (для об'єктива камери, що знаходиться у безмежності), відбивається від площини дзеркала 1, що кріпиться на оптичному теодоліті 2 і проходить через об'єктив камери 3 (рис.1). Зображення будується на контрольній сітці 4, яка розташована у фокальній площині камери і розглядається за допомогою лупи юстувального пристрою 5.

Зміщуючи зображення предмета обертанням горизонтального кола теодоліта на відповідний штрих контрольної сітки, вимірюють кут β . За умови продовження променя, який виходить із ліній і потрапляє у передню вузлову точку об'єктива S, цей промінь іде з безмежності (віддаленого предмета) і за допомогою дзеркала виконується лише його задомнення. Таким чином, кути β та $\beta'/2$ дорівнюватимуть одне одному при будь-якому відхиленні променя в точці S.

З цього положення випливає, що при зміщенні зображення вдовж вибраного напрямку контрольної сітки вимірюється кут теодолітом, вершина якого знаходиться у вузловій точці об'єктива.

Розрахунок значень ЕВНО виконують за алгоритмом [3].

Оскільки в камері немає координатних міток, то у фокальну площину камери була вставлена контрольна-вимірювальна сітка, що дало не тільки можливість отримати координатні осі камери (координатні мітки), а й визначити фокусну відстань, дисторсію об'єктива і деформацію фотоплівки.

Таблиця 1

ЕВНО та дисторсія об'єктива "Вега-12В"

Напрямки	$f_k - 89,41 \text{ мм}, x_0 - 0,17 \text{ мм}, z_0 - 0,15 \text{ мм}$		
		$\delta_x, \text{ мкм}$	$\delta_z, \text{ мкм}$
I	1	7	8
	2	2	1
	3	5	4
	4	8	7
II	1	8	9
	2	2	1
	3	5	4
	4	8	8

Аналізуючи насамперед значення планових ЕВНО (табл.1), треба пояснити їх досить велику абсолютну величину. Це пов'язано з тим, що при встановленні контрольно-виміральної сітки у кадрову рамку камери осі були вибрані наближено. Щодо дисторсії, то її значення за двома напрямками не перевищує 0,01 мм. Таким чином, об'єктив камери "Вега-12В" має доволі незначну дисторсію, яку можливо врахувати.

Одним з основних факторів, які впливають на точність вимірів, а так само на спотворення координат точок знімка, є деформація фотоплівки, яка виникає в проміжку між експозицією у фотокамері, та вимірів на відповідному стереофотограмметричному приладі. Способи врахування та виправлення деформації відомі [5].

У той же час деформацію плівки, яка використовується для камери "Київ-6С" ще не досліджували, крім того, із застосуванням скляної платівки як вирівнювального пристрою.

У нашому випадку для експериментального визначення деформації плівки застосована контрольно-виміральна сітка, як вище було зазначено, вставлена у кадрову рамку камери. Попереднє компарування контрольно-виміральної сітки було виконане на високоточному монокомпараторі "Аскоремат". Фотограмметричні виміри плівки із зображенням контрольно-виміральної сітки здійснювали на автоматизованому стереофотограмметричному комплексі, який складається з стереокомпаратора Steco 1818, Координатного F та мікро-ЕОМ "Іскра 1256".

Таблиця 2

Середні квадратичні похибки координат точок
контрольно-виміральної сітки до виправлення
за деформацію та невирівнювання плівки

N точ- ності	m _x , мкм	m _z , мкм	N точ- ності	m _x , мкм	m _z , мкм	N точ- ності	m _x , мкм	m _z , мкм
1	16	7,3	11	13,7	9,2	21	14,3	8,6
2	16	7	12	13,3	8,8	22	25,7	9,6
3	13,5	8,7	13	12,7	7,6	23	15,2	9,5
4	14,1	9,8	14	15,3	9,9	24	14,8	14,3
5	13,6	7,1	15	15,3	7,9	25	20,6	12,6
6	15,2	13,3	16	16,9	10	26	17,3	8,9
7	14,4	9,1	17	15,7	8,4	27	16,1	8,3
8	12,6	8	18	13,1	9,2	28	22,1	10,6
9	12,8	7,8	19	21,8	12,4	29	20,5	8,8
10	23,2	14,3	20	18,5	9,7			

Результати вимірювань обробляли статистичним методом на ЕОМ IBM. Обчислювали похибки деформації плівки по осях x та z

$$\delta x_i = x_i - x'_i,$$

$$\delta z_i = z_i - z'_i,$$

де x_i, z_i - координати хрестів сітки на дослідженій плівці;
 x'_i, z'_i - координати хрестів на контрольно-вимірювальній сітці.

Результати відповідних обробок подано в табл.2 та 3.

Таблиця 3

Залишкові середні квадратичні похибки
 координат точок контрольно-вимірювальної сітки
 після апроксимації поліномом третього степеня

N точ- ності	m_x , мкм	m_z , мкм	N точ- ності	m_x , мкм	m_z , мкм	N точ- ності	m_x , мкм	m_z , мкм
1	1	2,2	11	3	2,1	21	2,8	2
2	0,6	0,1	12	2,9	2,3	22	3,2	2,3
3	2,6	0,8	13	0,4	1,4	23	0,8	0,5
4	5,1	3	14	3,3	0	24	0	0,9
5	1,3	0,7	15	2	0,7	25	2,4	1,2
6	3	3,4	16	2,9	0,7	26	2,6	0,8
7	0,9	3,3	17	0,3	3,2	27	0,9	1,7
8	0,6	0	18	3	0,7	28	3,2	0
9	1	0	19	2,5	0,2	29	1,5	0,4
10	2,3	0,1	20	0,9	1,4			

Аналізуючи наведені результати, можна зробити висновок, що деформація плівки має рівномірний, систематичний характер, а величина спотворень на порядок більша ніж точність вимірів. Для врахування величини деформації досліджуваної плівки використували поліном третього степеня [4].

$$\Delta x = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot z + a_3 \cdot x \cdot z + a_4 \cdot x^2 + a_5 \cdot z^2 + a_6 \cdot x^2 \cdot z + a_7 \cdot x \cdot z^2 + a_8 \cdot x^3 + a_9 \cdot z^3;$$

$$\Delta z = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot z + b_3 \cdot x \cdot z + b_4 \cdot x^2 + b_5 \cdot z^2 + b_6 \cdot x^2 \cdot z + b_7 \cdot x \cdot z^2 + b_8 \cdot x^3 + b_9 \cdot z^3.$$

Застосування полінома третього степеня у даних дослідженнях повністю виправдано і не потребує додаткових розрахунків. Аналіз окремих коефіцієнтів полінома також показав, що для фотоплівок із порівняно малою деформацією вплив усіх членів полінома однаковий.

Отримані результати дають змогу зробити такі висновки:

- польовий спосіб визначення елементів внутрішнього орієнтування надається для застосування визначення ЕОНО фотокамери "Київ-80";
- використання контрольно-виміральної сітки, що встановлюється у фокальній площині камери, дає з одного боку можливість визначити планові елементи, а з іншого - враховувати деформацію плівки;
- аналізуючи величини спотворень фотоплівки необхідно відзначити, що вони мають рівномірний систематичний характер, а величини спотворень, викликані непритисканням фотоплівки та фотобробкою, на порядок більші, ніж точність вимірів контрольних сіток, і досягають величин порядку 10...20 мкм;
- використання полінома третього степеня дає змогу виправити величини спотворень за деформацію плівки.

1. Глотов В.Н. Полевая калибровка фототеодолитных камер // Геодезия, картография, аэрофотосъемка. 1990. Вып.51. С.138-140.
2. Глотов В.М., Турук Д.М. Визначення деформації пластмасових труб малого діаметра стереофотограмметричним методом. К., 1993. С.14. Рукопись деп. в УкрНИИНТИ, N 1228 Ук-93 Деп.
3. Глотов В.Н. Разработка и исследование способов определения элементов внутреннего ориентирования фототеодолитных камер. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Львов, 1990.
4. Мищенко И.И. Об оптимальной степени полинома при учете деформации аэроплёнки // Геодезия и картография. 1983. N 8. С.48-49.
5. Турук Д.Н., Шкурченко Ю.В. Исследование деформации фотопленок типа "Микрат", используемых в фототеодолитах ФЭЛТ. К., 1985. С.25. Рукопись деп. в УкрНИИНТИ, N 2344 Ук-85 Деп.