



Министерство культуры РСФСР
Объединение «Росреставрация»

И.И.П.А.
Е.К.

Реставрационные нормативы

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

исполн. 13.8

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ
ФОТОКАМЕР ДЛЯ СЪЕМКИ
АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ



Москва 1988



РАЗДЕЛ I

Общие вопросы проектирования реставрации
и приспособления памятников



РАЗДЕЛ II

Историко-архивные, археологические и другие
исследования



РАЗДЕЛ III

Экономика, сметы, вычислительная техника



РАЗДЕЛ IV

Инженерные вопросы: конструкции, инженерное
оборудование, организация производства работ



РАЗДЕЛ V

Работы по камню и кирпичу; кровли



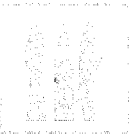
РАЗДЕЛ VI

Работы по дереву



РАЗДЕЛ VII

Наружные и внутренние отделочные работы



РАЗДЕЛ VIII

Монументальная, станковая живопись, скульптура



РАЗДЕЛ IX

Предметы прикладного искусства

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РСФСР

Российское республиканское специализированное
научно-реставрационное объединение «Росреставрация»

Проектный институт по реставрации памятников
истории и культуры «Спецпроектреставрация»

PR
ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ФОТОКАМЕР
ДЛЯ СЪЕМКИ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ СССР

В.О. „СОЮЗРЕСТАВРАЦИЯ“

НИИМ

Настоящие методические рекомендации подготовлены на основе анализа научно-технической литературы и включают в себя основные технические характеристики отечественных любительских фотоаппаратов, их объективов.

Приводятся точностные оценки снимкам, получаемым любительскими камерами, даны практические рекомендации по выбору отстояния от объекта съемок в целях обеспечения оптимального результата съемок.

Методические рекомендации предназначены для использования архитекторами, фотокорреспондентами, фотографами-любителями, специалистами по инженерным изысканиям при проведении фотофиксации объектов реставрации.

Разработаны главным специалистом Отдела инженерных изысканий института «Спецпроектреставрация», канд. техн. наук В. Я. Цветковым. Утверждены на заседании Научно-реставрационного совета объединения «Росреставрация» (протокол № 2 от 26 января 1987 года).

Использование архивных снимков для получения обмерных чертежей памятников архитектуры требует разработки специальных математических методов решения этой задачи.

Эти методы можно применить для получения координат по современным снимкам, выполненным с помощью любительских (нетопографических) камер.

Учет точностных характеристик любительских камер при фотосъемке позволяет получать снимки, при определении координат по которым обеспечивается погрешность, не превышающая заданные значения.

1. Основные характеристики фотоаппаратов

Фотоаппараты любой конструкции состоят из трех основных частей: объективной; кассетной, куда помещается фотографический материал; корпусной, соединяющей объективную и кассетную части [1, 2, 3, 4].

Основным конструктивным элементом фотоаппарата, определяющим качество снимка, является объектив.

Фотографический объектив представляет собой собирательную систему, состоящую из совокупности линз, заключенных в оправу и имеющих одну общую главную оптическую ось. На оправе объектива гравировается: название объектива, определяющее его тип; относительное отверстие; главное фокусное расстояние. Например: «Индустар-50»; 3,5/50—объектив к фотоаппаратам моделей «Зенит», имеет относительное отверстие 1 : 3,5 и фокусное расстояние 50 мм.

Фотоаппараты, предназначенные для натурной съемки, по формату кадра можно классифицировать на три группы: широкоформатные, среднеформатные, малоформатные [1, 2, 3, 4].

В таблице 1 приведены характеристики некоторых широкоформатных отечественных фотоаппаратов. Все они в качестве фотоносителей используют фотопластинки. В колонке «характеристики объектива» указаны: тип объектива, относительное отверстие, фокусное расстояние [1, 2].

Широкоформатные фотоаппараты

Модель	Характеристики объектива	Формат кадра
ФК (павильонная)	Индустар-13 4,5/300	18×24
ФК (дорожная)	Индустар-11 4,5/210	13×18
Фотокор	Ортогос 4,5/135	9×12

В таблице 2 приведены характеристики некоторых типов отечественных среднеформатных фотоаппаратов. Некоторые из них сняты с производства.

За исключением фотоаппарата «Москва-3», все фотокамеры, приведенные в таблице 2, используют в качестве фотоносителя фотопленку шириной 60 мм. «Москва-3» работает на фотопластинках.

Фотоаппараты всех моделей, отраженные в таблице 2, за исключением «Москва 1-5», — зеркальные [2, 3, 4, 6, 7].

В таблице 2 не приведен стереоскопический фотоаппарат «Спутник» с форматом кадра 60×60 мм. Он представляет собой сочетание двух фотоаппаратов «Любитель» со стереобазисом съемки 65 мм.

Таблица 2

Характеристики некоторых отечественных среднеформатных фотоаппаратов

Модель	Формат кадра, мм	Основной объектив	Сменные объективы
Москва 1	60×90	Индустар-23 4,5/110	
Москва 2	60×90	Индустар-23 4,5/110	
Москва 3	60×90	Индустар-23 4,5/110	
Москва 5	60×90	Индустар-24 3,5/105	
Любитель-2	60×60	Триплет Т-22 4,5/75	
Любитель 166	60×60	»	
Любитель 166у	60×60	Триплет Т-22 4,5/75	
Любитель 166в	60×60	»	

Модель	Формат кадра, мм	Основной объектив	Сменные объективы
Салют	60×60	Индустар-29 2,8/80	Индустар-56 2,8/110 Мир-3 3,5/65
Киев-6с TTL	60×60	Вега-12Б 2,8/90	Зодиак-8Б 3,5/30 Мир-26Б 3,5/45 Мир-38Б 3,5/65; МС Вега-28Б 2,8/120; Калейнар-3Б 2,8/150 МС Телеар-4Б 3,5/250 Юпитер 36Б 3,5/250; ЗМ-3Б 8/600
Киев-60	60×60	МС Волна-3Б 2,8/80 Волна-3Б 2,8/80	Зодиак 8Б 3,5/30; Мир-26Б 3,5/45; Мир-38Б 3,5/65; МС Вега-28Б 2,8/120; Калейнар-3Б 2,8/150; МС Телеар-4Б 3,5/250; Юпитер-36Б 3,5/250; ЗМ-3Б 8/600
Киев-90	45×60	МС Волна-3 2,8/80 Волна-3 2,8/80	Зодиак-8Б 3,5/30; Мир-26Б 3,5/45; Мир-38Б 3,5/65; МС Вега-28Б 2,8/120 Калейнар-3Б 2,8/150; МС Телеар-4Б 3,5/250; Юпитер-36Б 3,5/250; ЗМ-3Б 8/600
Киев-88 Киев-88 TTL	60×60 60×60 45×60	МС Волна-3Б 2,8/80 Волна-3Б	Зодиак-8Б 3,5/30; Мир-26Б 3,5/45; Мир-38Б 3,5/65; МС Вега-28Б 2,8/120; Калейнар-3Б 2,8/150; МС Телеар-4Б 3,5/250; Юпитер-36Б 3,5/250

В таблице 3 приведены характеристики некоторых отечественных малоформатных фотоаппаратов. Показаны как старые, снятые с производства модели, так и выпускаемые в настоящее время и планируемые к выпуску аппараты [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Важными характеристиками объектива, не вошедшими в таблицы 1—3, являются угол (поле) зрения и разрешающая способность. Угол зрения определяется зоной видимого изображения. Разрешающая способность характеризует передачу объективом мелких деталей [2], а также систему «объектив-фотографический материал». Она определяется

экспериментальным путем для центра и края объектива. Для сравнения приведем данные по аэрофотоаппаратам, разрешающая способность которых по полю изображения равна 30—40 лин/мм.

Таблица 3

Характеристики некоторых малоформатных отечественных фотоаппаратов

Модель	Основной объектив	Сменные объективы	Тип наводки
ФЭД	ФЭД 3,5/50	ФЭД 2,0/50 ФЭД 4,5/28 ФЭД 6,3/100	Дальномерная
ФЭД-2	Индустар-26М 2,8/52,4	Юпитер-3 1,5/52,5 Юпитер-9 2,0/84,5 Юпитер-11 4,0/133,1 Юпитер-12 2,8/35,7 Орион-15 6,0/28	Дальномерная
Смена Смена-2 Смена-3 Смена-4	Триплет Т-22 4,5/40		Дальномерная
Смена-8М Смена— Символ	Триплет-43 4,0/40		Дальномерная
Киев-4 Киев-4А	Юпитер-8М 2,0/52,5	Юпитер-3 1,5/52,5 Юпитер-9 2,0/84,5 Юпитер-11 4,0/133,1 Юпитер-12 2,8/35,7 Орион-15 6,0/28	Дальномерная
Киев-4АМ Киев-4М	Юпитер-8М 2,0/53 Гелиос-103 2,8/53	»	Дальномерная
Киев-19	МС Гелиос-81М 2,0/53	МС Мир-20М 3,5/20 МС Мир-24М 2/35; МС Калейнар-5Н 2,8/100; Телеар-Н 3,5/20; МС Гранит-11Н 4,5/80—200	Зеркальная
Киев-20	МС Гелиос-81Н МС Волна-4 1,4/50	МС Мир-20Н 3,5/20; МС Мир-24Н 2/35; МС Калейнар-5Н 2,8/100; Телеар-Н 3,5/200; МС Гранит-11Н 4,5/80—200	Зеркальная
Киев-35А	МС Корсар 2,8/35		Дальномерная

Модель	Основной объектив	Сменные объективы	Тип наводки
Зоркий-С Зоркий-2С	Индустар-22 3,5/50 Индустар-50 5,0/50	Юпитер-3 1,5/52,5 Юпитер-8 2,0/50 Юпитер-9 2,0/84,5 Юпитер-11 4,0/133,1 Юпитер-12 2,8/35,7 Орион-15 6,0/28	Дальномерная
Зоркий-3с Зоркий-4	Юпитер-8 2,0/50 Юпитер-17 2,0/52,4	Юпитер-3 1,5/52,5 Юпитер-9 2,0/84,5 Юпитер-11 4,0/133,1 Юпитер-12 2,8/35,7 Орион-15 6,0/28	Дальномерная
Ленинград	Юпитер-8 2,0/50	Юпитер-3 1,5/52,5 Юпитер-9 2,0/84,5 Юпитер-12 4,0/133,1 Орион-15 6,0/38	Дальномерная
Зенит Зенит-С Зенит-ЗМ Зенит-Е	Индустар 3,5/50 Индустар-50 3,5/50	Юпитер 9 2/84,5 Юпитер-11 4/133,1 Гелиос-40 2,8/80 Гелиос-44 2/58 Таир-3 4,5/300 Мир-1 2,8/37 МТО-500 8/500 МТО-1000 10/1000	Зеркальная
Старт	Гелиос-44 2/58	Мир-1 2,8/80 Гелиос-40 2,8/80 Юпитер-9 2/84,5 Юпитер-11 4/133,1 Таир-3 4,5/300 МТО-500 8/500 МТО-1000 10/1000	Зеркальная
Зенит— Автомат	Гелиос-77-К-4 1,8/50 Гелиос-44К-4 2/58	»	»
Зенит-14	Зенитар-К-4 2/58 Гелиос-77К-4 1,8/50	»	»
Зенит-ЕТ	Индустар-50-2 3,5/50 Гелиос-44-2 2/58	»	Зеркальная
Алмаз-103	МС Волна	»	»

1	2	3	4	5
Индустар-90У (для фотоувеличителя 60×60)	75		50 25	1 : 4
Вега-11У (для фотоувеличителя 24×36)	50		70 40	1 : 2,8
Индустар-110У (для фотоувеличителя 60×90)	110		70 35	1 : 4,5
Юпитер-11	133,1	18	34 19	1 : 4
Юпитер-12	35,7	63	34 12	1 : 2,8
Юпитер-12	35	62	41 15	1 : 2,8
Юпитер-17	52,4	45	30 14	1 : 2
Юпитер-21М	200	12	50 36	1 : 4
Юпитер-36Б (36В)	250	19	45 25	1 : 3,5
Юпитер-37А	135	18,2	45 30	1 : 3,5
Гелиос-40	85	28	32 16	1 : 1,5
Гелиос-44	58	41	35 14	1 : 2
Гелиос-44-2	58	41	38 19	1 : 2
Гелиос-44-2	56	40,6	41 20	1 : 2
МС Гелиос-44-3	58	40,5	41 20	1 : 2
Гелиос-40-2	85	28	36 17	1 : 1,5
Гелиос-81Н	53	45	40 20	1 : 2
Индустар-50-2	50	45	42 22	1 : 3,5
Таир-3	300	8	36 30	1 : 4,5
Таир-11А	135	18	44 24	1 : 2,8
Мир-1 (1В)	37	60	45 23	1 : 2,8
Мир-26В	45	83	45 16	1 : 3,5
Орион-15	28	75	45 18	1 : 6
Мир-20М (20Н)	20	96	50 20	1 : 3,5
Мир-24М	35	66	40 21	1 : 2
Мир-24Н	35	63	50 22	1 : 2
Мир-38Б	65	66	42 20	1 : 3,5
МС Мир-47К	20	94	60 17	1 : 2,5
МТО-500	500	35	35 22	1 : 8
МТО-1000	1000	2,5	28 18	1 : 10
МТО-1000А	1000	2,5	28 18	1 : 10,8
МТО-1000АМ	1000	2,5	28 18	1 : 10,8
МТО-11	1000	2,5	30 20	1 : 10
МС ЗМ-5А	496	5	40 20	1 : 8
МС ЗМ-5СА	500	5	40 20	1 : 8
МС ЗМ-6А	498,75	5	38 22	1 : 6,3
ЗМ-3Б	600	5	35 20	1 : 8

* Разрешающая способность объективов приведена по литературным данным. Разрешающая способность объектива «Ортогоз» к фотоаппарату «Фотокор» [1] определена путем экспериментального исследования на оптической скамье «ОСК-2» в ЦНИИГАиК (апрель 1986 г.).

В настоящее время выпуск широкоформатных фотоаппаратов сокращен, и их характеристики представляют интерес при обработке архивных снимков.

Следует обратить внимание на тот факт, что, в связи с улучшением технологии изготовления, некоторые объективы одного и того же наименования со временем меняют свои характеристики. Так, объективы с наименованием «ФЭД» имеют разные характеристики. Объективы «Юпитер-9» и «Юпитер-12», изготовленные в разное время, имеют разные характеристики, что отражено в таблице.

Известен также репродукционный объектив «Индустар-11». Он изготовлен с фокусными расстояниями 30, 45, 60, 90 и 120 мм. Разрешающая способность в центре 35, по краям 14 лин/мм.

Буквы МС перед названием объектива говорят о том, что данный объектив имеет просветленную оптику.

Изменение фокусного расстояния при съемке достигается применением насадных колец. Для увеличения фокусного расстояния применяют конвертеры. Так, выпускаемый ПО «Арсенал» конвертер «К-1» к зеркальным фотоаппаратам типа «Зенит» вдвое увеличивает фокусное расстояние объектива. Следует однако учитывать, что из-за уменьшения светового потока выдержку при использовании конвертера надлежит увеличивать в 4 раза.

Съемка архитектурных объектов может быть обзорной (с целью изучения взаимного расположения элементов объекта) и измерительной (с целью получения метрических характеристик объекта — обмерных чертежей).

Проведя сопоставительный анализ таблиц 1—3, можно рекомендовать для измерительной архитектурной съемки широкоформатные, среднеформатные фотоаппараты и зеркальные малоформатные фотоаппараты (см. таблицу 3).

Для обзорной съемки целесообразно использовать фотоаппараты с широкоугольными и сверхширокоугольными объективами (таблица 4).

В качестве основных фотоаппаратов для архитектурной съемки можно рекомендовать среднеформатные фотоаппараты. Например, фотоаппарат «Киев 88 TTL» по своим техническим характеристикам близок малогабаритной аэрофотокамере «Роллейфлекс» (ФРГ), применяемой при аэросъемке с малых носителей.

2. Виды съемки

При стереосъемке объектов возможны различные случаи расположения фотокамер относительно друг друга. Точки съемки образуют базис фотографирования.

В зависимости от расположения главных оптических осей и базиса можно выделить 6 случаев съемки [8, 9, 10]. Положение главной оптической оси фотокамеры характеризуется

двумя углами: угол ω — угол между главной оптической осью и горизонтальной плоскостью; угол α — угол между нормалью к базису (рис. 1) и проекцией главной оптической оси на горизонтальную плоскость.

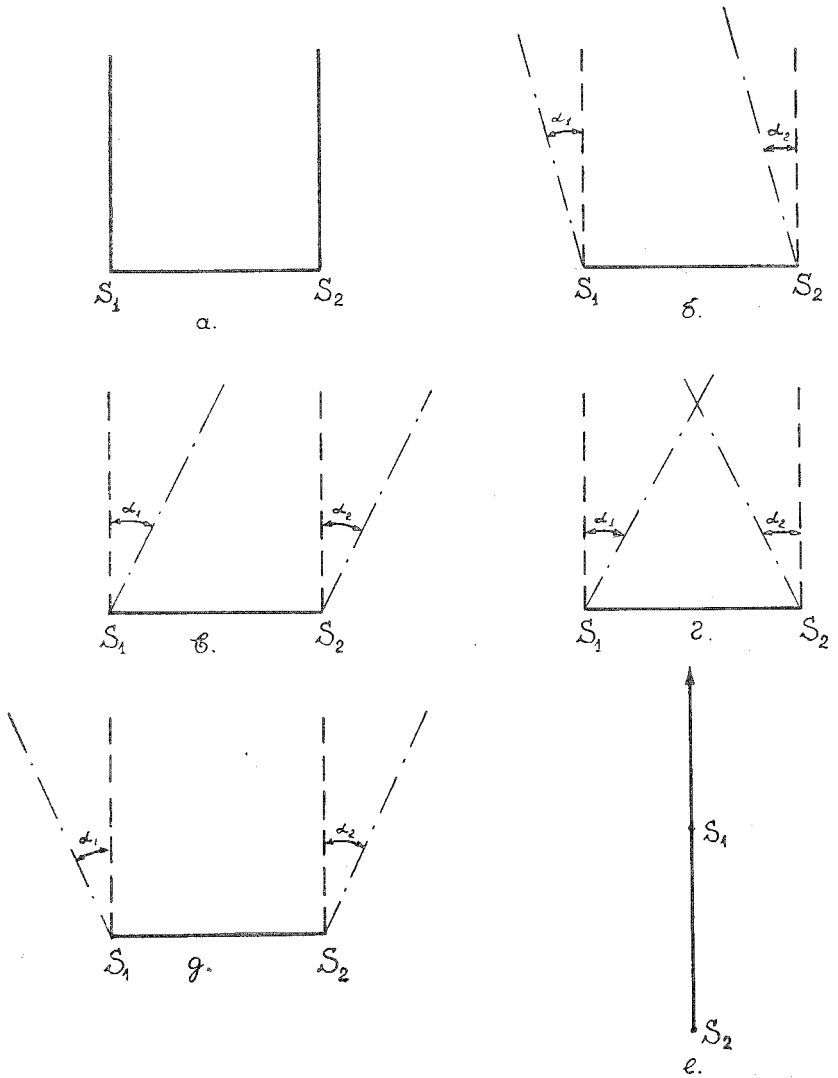


Рис. 1. Виды стереофотограмметрической съемки

Наиболее простым и удобным для обработки снимков является нормальный способ съемки (рис. 1а).

При таком способе съемки главные оптические оси параллельны и лежат в горизонтальной плоскости ($\alpha_1 = \alpha_2 = \omega_1 = \omega_2 = 0$).

В случае, если главные оптические оси параллельны ($\alpha_1 = \alpha_2$), осуществляется параллельный способ съемки (рис. 1 б, в).

Если главные оптические оси лежат в горизонтальной плоскости, но углы α_1 и α_2 не равны, имеет место конвергентный (рис. 1г) или дивергентный (рис. 1д) способ съемки.

Оси камер могут быть направлены вдоль базиса: например, съемка производится при помощи одной камеры с двух точек, а оптическая ось параллельна линии между этими точками. Этот способ съемки называют продольным (рис. 1е).

Общий способ съемки характерен для расположения главных оптических осей фотокамер в разных плоскостях, проходящих через линию базиса фотографирования.

Этот способ наиболее часто используется в практике съемки с помощью любительских камер.

На рис. 2 приведен пример нормальной стереосъемки.

S_1, S_2 — базис съемки. Область $S_1 P S_2$ называется «мертвой зоной», поскольку объекты, находящиеся в ней, не изображены на снимке.

Область $T_1 P T_2$ называют зоной перекрытия. В этой зоне можно определять пространственные координаты объектов по их изображениям на двух снимках. f — фокус, Y_A — отстояние до точки А. Отношение $M = Y_A / f$ определяет масштабный коэффициент съемки. Этот коэффициент является важной характеристикой для оценки погрешности вычисления координат точки А. В частности, если погрешность измерения точки а на снимке равна m_a , то это соответствует погрешности в положении точки на местности $m_A = m_a \cdot M$.

Например, точки снимка, полученные в масштабе 1 : 200, измеренные с погрешностью 50 мкм, соответствуют погрешности 1 см в масштабе местности.

Погрешность точки обмерного чертежа, выполненного в масштабе 1 : 50, равна 0,1 мм, что соответствует погрешности натурных координат 0,5 см.

3. Оценка погрешностей и выбор отстояния

Для приближенных расчетов погрешностей при нормальном способе съемки можно использовать формулы [24]:

$$m_y = m_p \cdot Y^2 / (B \cdot f) = K \cdot M \cdot m_p \quad (1)$$

$$m_x = m_y \cdot x / f \quad (2)$$

$$m_z = m_y \cdot z / f \quad (3)$$

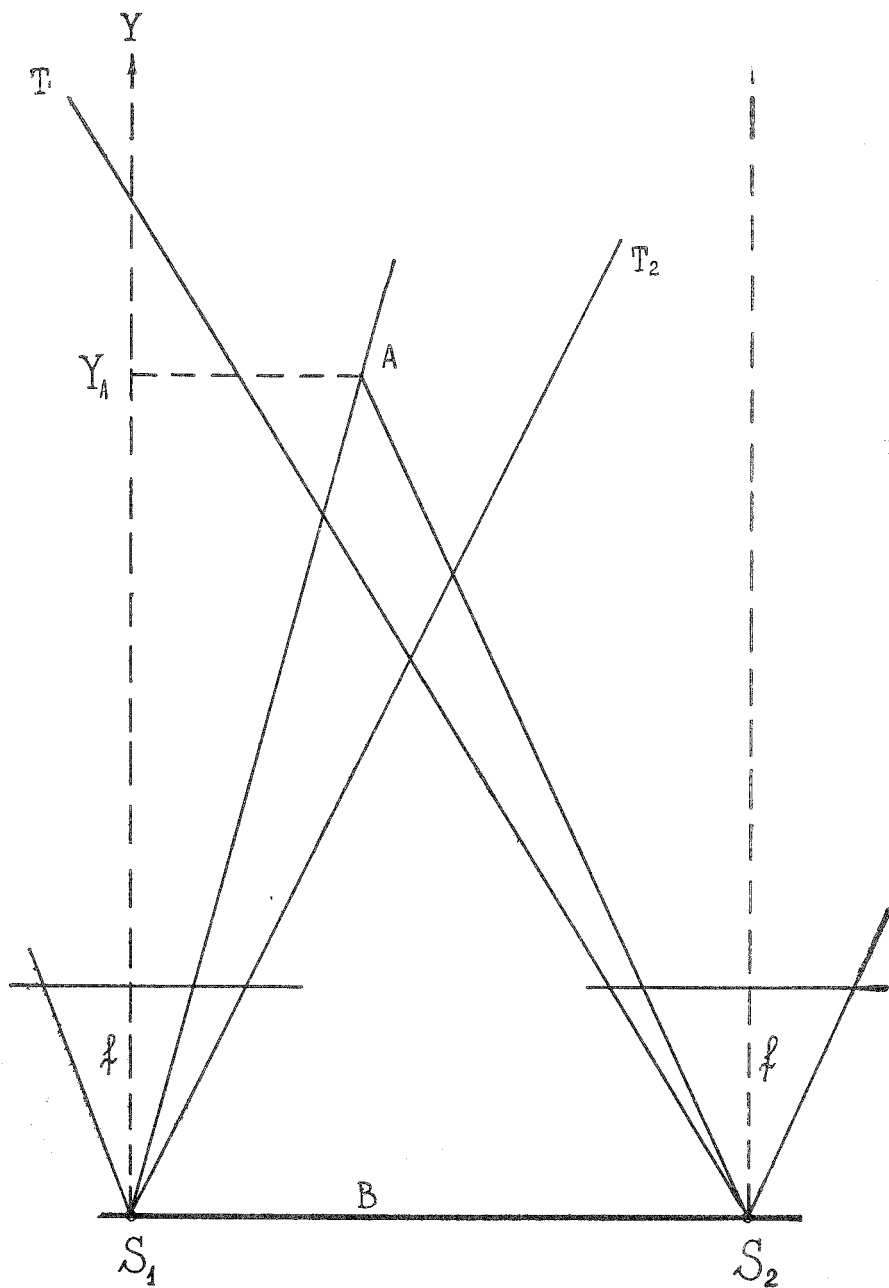


Рис. 2. Нормальная стереофотограмметрическая съемка

$K = Y/V$ — базисный коэффициент, M — знаменатель масштаба съемки, m_x, m_y, m_z — средние квадратические погрешности определения пространственных координат точки, Y — отстояние от определяемой точки (рис. 2), V — базис, f — фокусное расстояние фотокамеры, x, z — координаты определяемой точки на левом снимке.

Приведенные формулы оценки погрешностей каждой из трех координат позволяют сделать следующие выводы:

1. При неизменном базисе съемки погрешности вычисления точек возрастают пропорционально квадрату отстояния от объекта.

2. При изменении базиса и отстояния от объекта погрешности вычисления точек возрастают пропорционально базисному коэффициенту.

3. Погрешности вычисления точек пропорциональны произведению базисного коэффициента на масштаб съемки.

4. Погрешности вычисления точек при увеличении фокусного расстояния уменьшаются обратно пропорционально его величине.

5. При базисном коэффициенте $K > 1$ (базис меньше отстояния до объекта) погрешности определения координат x, z меньше погрешностей определения координат Y для нормальных и длиннофокусных объективов и для объектов, расположенных в центре снимков, полученных широкоугольными объективами.

Следует еще раз подчеркнуть, что формулы (1)—(3) являются оценочными, поскольку существует предел уменьшения погрешностей, определяемый погрешностью установки опорной сети, погрешностью измерения снимков и вычислительной погрешностью алгоритма обработки.

Приведем пример: пусть погрешность определения координаты x для точки объекта составляет 10 см. Снимки получены фотокамерой с фокусным расстоянием 50 мм. Применение этой же фотокамеры с объективом 100 мм должно привести к вычислению координат этой же точки с погрешностью, в два раза меньшей — 5 см.

Для получения точностных оценочных характеристик любительских фотокамер воспользуемся результатами работ, проведенных разными исследователями в этой области.

В таблице 5 приведены данные, характеризующие точностные характеристики некоторых фотокамер.

Таблица составлена по материалам, опубликованным в работах [11, 12, 13, 14, 15, 16].

Данные, отсутствующие в упомянутых работах, заменены прочерком.

Сравнительная оценка погрешностей при использовании различных типов фотокамер

Тип камеры	Формат кадра и фокус, мм	Фотоноситель	Погрешность измерения координат снимка, мкм		Знаменатель отношения погрешности вычисления пары точек к отстоянию от объекта	
			4	5	6	7
Любитель	55×55 75	Пленка	30	1000	250—300	1500
Зенит Е	24×36	Пленка	50	56—120	60—90	105—160
Салют	60×60 70	Пленка	—	650	580	650
Пентацет	12×20 40	Пленка	—	—	200	—
ФК Дорожная	130×180 210	Пластинка	—	—	1200	—
Салют	60×60 70	Пленка	—	—	700	—
—	60×90 75	Пленка	—	—	900	—
Салют	60×60 70	Пленка	—	—	800	—
Phototeo 19/1318	130×180 190	Пластинка	—	12000	9000	10000
Phototeo 19/1318	130×180 190	Пластинка	—	—	2200	—

Наибольший интерес представляют три последние столбца таблицы. Они показывают, какую часть величины отстояния от объекта составляет погрешность координат точек, вычисленных с помощью стереообработки.

Например, погрешность определения координаты x при использовании камеры «Любитель» на расстоянии 10 м равна $10 \text{ м}/1000 = 1 \text{ см}$. При расстоянии 100 м эта погрешность равна 10 см.

Для сравнения в таблице приведены данные для применения фототеодолита. Результаты в строке 9 относятся к съемке объекта длиной 500 м, высотой 50 м [16].

Данные, приведенные в таблице, относительны из-за разных условий съемки (точность установки опоры, выбор базиса и т. п.) и разных методов обработки.

В этом смысле показательны две последние строчки в таблице, где приведены результаты работ фототеодолитами с одинаковыми параметрами, но точность вычисления координат отличается в 4 раза.

В одном случае [16] была выбрана высокоточная опорная сеть, причем базис рассчитывался и устанавливался с точностью до миллиметров. Обработка производилась с использованием уравнения измерений не только стереопары, но и маршрута, т. е. нескольких снимков на точку. Это обеспечило погрешность измерения отстояния 1 : 9000.

В другом случае [15] установка опоры велась с меньшей точностью, причем обрабатывались снимки одной стереопары, что при съемке с меньшего отстояния этим же типом фототеодолита обеспечило погрешность в 4 раза большую = 1 : 2200.

Несмотря на условность данных таблицы 5, можно отметить две общие тенденции:

1. С увеличением формата снимка уменьшается погрешность вычисления координат точек.

2. С увеличением фокуса при неизменном формате также увеличивается точность вычисления координат местности.

Следует отметить, что, по данным работы [13], деформация фотопленки на кадре 24×36 мм не превышает 1,5 мкм, что является пренебрежимо малой величиной.

При проведении оценочных расчетов на основании приведенной таблицы и работ, использованных при ее составлении, можно принять следующие данные:

— погрешность измерения снимков, полученных при помощи малоформатных фотоаппаратов типа «Зенит», «Киев-60», «Алмаз» с форматом кадра 24×36 мм, составляет 50 мкм;

— погрешность измерения снимков, полученных при помощи среднеформатных фотоаппаратов типа «Любитель»,

«Салют», «Москва», «Киев-90», «Киев-60», «Киев-88 TTL», составляет 30 мкм;

— оценочная погрешность измерения снимков для широкоформатных фотоаппаратов составляет 25—30 мкм;

— погрешность определения координаты Y объекта при использовании малоформатных фотоаппаратов с нормальными объективами составляет 1 : 250—1 : 350 от величины отстояния от объекта;

— погрешность m_y при использовании среднеформатных фотокамер «Москва», «Любитель», «Салют», «Зенит-80», «Киев-90», 6с, 88 с нормальными объективами составляет 1 : 900—1 : 1000 от величины отстояния.

Пример: при отстоянии от объекта на 50 м, для снимков, полученных с помощью фотоаппарата «Зенит» с объективом «Зенит-М», оценочное значение погрешности определения координаты Y будет равно 50—42 см.

Применение этого же аппарата и объектива с телеконвертером «МС К-1» или объектива «Вега-13А» дает оценочное значение погрешности $m_y = 25—21$ см.

Применение для съемки объекта среднеформатного фотоаппарата «Салют» дает оценочные значения погрешности этого же объекта 6—5 см.

Применение широкоформатных фотокамер дает оценочное значение погрешности m_y , равное 5—3 см.

Погрешности m_z , m_x будут меньше m_y .

Таким образом, можно оценивать отстояние от снимаемого объекта, исходя из требуемой погрешности определения координат, формата снимка и величины фокусного расстояния объектива.

Выбор базиса съемки подробно описан в [8, 9, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 24].

При последующей обработке снимков на стереоприборах величина базиса должна находиться в пределах не более 0,25 и не менее 0,05 величины отстояния от объекта ($K = 4—20$). При моноскопическом измерении снимков и использовании методики обработки, изложенной в [22, 23], максимальное значение базиса может быть до 1,25 величины отстояния от объекта ($K = 0,8$).

При продольном расположении базиса съемки (рис. 1е) базис должен составлять не менее 0,25 величины отстояния от объекта с дальней точки фотографирования.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Коншин М. Д. Аэрофототопография. — М.: Геодезиздат, 1952, 360 с.
2. Цыганов М. Н. Основы фотографии и аэрофотографии. — М.: Геодезиздат, 1960, 272 с.
3. Шульман М. Я. Фотоаппараты. — Л.: Машиностроение, 1984, 142 с.
4. Краткий справочник фотолюбителя. — М.: Искусство, 1980, 367 с.
5. Фотоаппараты ЛОМО. — Л.: Проспект НПО «ЛОМО», 1986, 16 с.
6. Оптические товары народного потребления. — М.: Машинторгимпорт, 1985, 156 с.
7. Оптические товары народного потребления. — М.: Машинторгимпорт, 1986, 164 с.
8. Сердюков В. М. Фотограмметрия. — М.: Высшая школа, 1983, 351 с.
9. Рапасов П. Н. Стереофотограмметрия для целей картографирования и решения инженерных задач. — М.: Недра, 1983, 320 с.
10. Метелкин Л. И. Фотограмметрия в строительстве и архитектуре. — М.: Стройиздат, 1981, 228 с.
11. Ванин А. Г. Современные проблемы архитектурной фотограмметрии. — Геодезия и картография, 1982, № 7, с. 39—56.
12. Гельман Р. Н. Точность измерений по снимкам, полученным неметрической камерой. — Геодезия и картография, 1982, № 7, с. 29—32.
13. Сердюк Н. А. Об измерительных свойствах фотоснимков, полученных с помощью фотообъектива «Зодиак-2». — Геодезия и картография, 1979, № 6, с. 36—39.
14. Вайнаускас В. В., Плескаускас А. А. К разработке алгоритмов для решения некоторых фотограмметрических задач. — Геодезия и картография, 1985, № 12, с. 26—30.
15. Калантаров Е. И., Нефедов В. И., Сбоева Г. Ю. Использование метода проективной стереофотограмметрии для обработки любительских фотоснимков. — Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1985, № 3, с. 88—94.
16. Шумков А. К. Опыт использования фотограмметрического метода для контроля положения сооружений. — Геодезия и картография, 1983, № 1, с. 47—49.
17. Трунин А. П., Финаревский И. И., Чистяков С. В. Фототеодолитная съемка в крупных масштабах. — М.: Недра, 1978, 207 с.
18. Могильный С. Г., Беликов И. Л., Ахонина Л. И., Брежнев Д. В., Бордюков М. П. Фотограмметрия. — Киев, Донецк: Вища школа, 1985, 275 с.
19. Киенко Ю. П. Аналитические методы определения координат в наземной стереофотограмметрии. — М.: Недра, 1972, 136 с.
20. Бруевич П. Н., Кириленко В. С., Лысков Г. А. Наземная фототопографическая съемка при инженерных изысканиях. — М.: Недра, 1979, 254 с.
21. Бобир Н. Я., Лобанов А. Н., Федорук Г. Д. Фотограмметрия. — М.: Недра, 1967, 367 с.
22. Методические указания по обработке архивных снимков. — М.: Ростреставрация, 1986, 50 с.
23. Буров М. И., Трунин Ю. М., Олешников Э. Ф. Обработка стереопары проективно преобразованных снимков с известными центрами проектирования. — Геодезия и картография, 1975, № 8, с. 41—43.
24. Руководство по применению фотограмметрических методов для составления обмерных чертежей инженерных сооружений ПНИИС. — М.: Стройиздат, 1984, 312 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные характеристики фотоаппаратов	3
2. Виды съемки	11
3. Оценки погрешностей и выбор отстояния	13
Литература	19

ЦВЕТКОВ В. Я.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ФОТОКАМЕР
ДЛЯ СЪЕМКИ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ
Методические рекомендации

Редактор Симагин В. В.

Ответственный за выпуск Воронов М. В.

Л-84937	Подписано в печать 26.11.87 г.	Объем 1,1 п. л.
Формат 60X90 ¹ / ₁₆	Заказ 2693	Тираж 300 экз. Бесплатно

Ф-ка «Картолитография», Москва, ул. Зорге, 15

