



Лабораторная работа 13. РАБОТА НА АНАЛИТИЧЕСКОМ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОМ ПРИБОРЕ «СТЕРЕОАНАГРАФ»

Исходные данные и материалы: 2 аэронегатива, аналитический фотограмметрический прибор.

Задание: изучить устройство аналитического фотограмметрического прибора «Стереонаграф-6» и принцип его работы.

Порядок и методика выполнения

Аналитический фотограмметрический прибор (АФП) представляет собой сочетание измерительного устройства на базе высокоточного стереокомпаратора с вычислителем. В таком приборе для построения фотограмметрической модели применяются строгие математические зависимости, учитываются искажения снимков, характер влияния которых описывается математическими зависимостями, снимаются все ограничения на параметры съёмочной камеры, автоматизируются некоторые операции, обеспечивается возможность представления результатов в любой картографической проекции и т.д.

В общем случае аналитический прибор включает несколько блоков (рис. 13.1), обеспечивающих измерение снимков, обработку данных и формирование выходной информации в виде плана, ортофотоснимка или каталога координат на магнитном носителе. Задача оператора сводится к наблюдению снимков, наведению измерительной марки на точки стереопары штурвалами X , Y , Z и выбору соответствующей программы обработки.

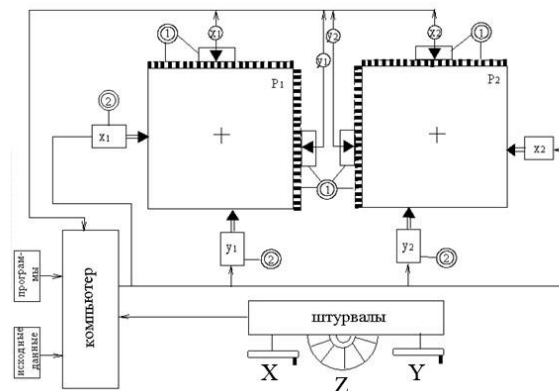


Рис. 13.1. Принципиальная схема аналитического фотограмметрического прибора (АФП).

Аналитический фотограмметрический прибор, принципиальная схема которого представлена на рис. 13.1, включает:

- стереокомпаратор 1, служащий для стереоскопического наблюдения и измерения стереопары снимков;
- компьютер с соответствующим программным обеспечением;

– штурвалы X , Y , Z для перемещения кареток снимков стереокомпаратора. В некоторых системах вместо штурвалов используют трекбол, дигитайзер или другие устройства.

Стереокомпаратор аналитической стереофотограмметрической системы включает бинокулярную оптическую систему наблюдения с измерительными марками и измерительные системы снимков стереопары, каждая из которых содержит каретку снимка, выполненную с возможностью перемещения по осям x и y . В некоторых системах по одной из осей перемещается наблюдательная система. Каждая каретка снабжена датчиками координат x и y её положения и устройствами для её перемещения. Датчики координат и устройства перемещения кареток связаны посредством интерфейса с компьютером.

На осях вращения штурвалов X , Y , Z установлены круговые импульсные датчики, через интерфейс связанные с компьютером. При вращении штурвалов датчики вырабатывают импульсы, число которых пропорционально углу поворота штурвалов. В зависимости от числа, скорости поступления импульсов или направления вращения штурвалов компьютер вырабатывает команды на перемещение кареток стереокомпаратора или задаёт значение пространственных координат точек модели – X , Y , Z .

Первый аналитический фотограмметрический прибор (аналитический плоттер АП) был создан в 1957 г. фирмами ОМІ (Италия) и «Bendix» (США); математическая основа прибора была разработана финским фотограмметристом У.В. Хелава (U.V. Helava). В настоящее время выпускается ряд таких приборов, в том числе в странах СНГ.

Стереонаграф-6 – аналитический фотограмметрический прибор (АФП), разработанный Г.А. Зотовым (ЦНИИГАиК) и с 1991 г. выпускаемый на Украине (рис. 13.2).

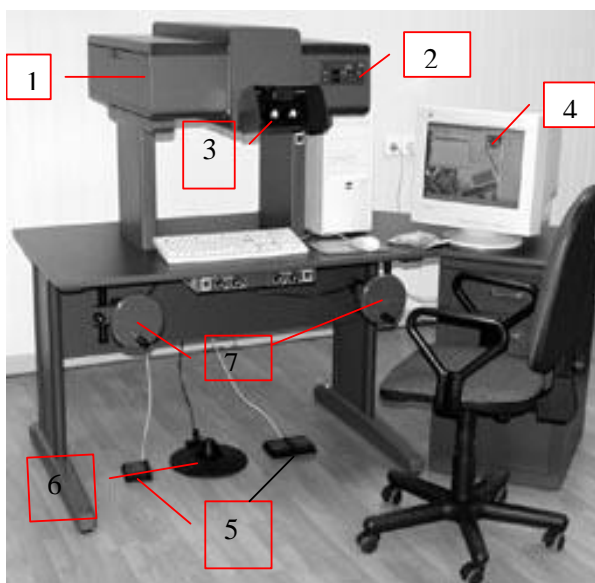


Рис. 13.2. Стереонаграф-6

Снимки устанавливаются в кассеты стереокомпаратора 1 и наблюдаются через бинокулярный микроскоп 3. Наведение измерительной марки по осям X и Y выполняется ручным штурвалом 7 и ножным диском 6. Управление работой Стереонаграфа выполняется через пульт управления 2, ПЭВМ 4 и блок педалей 5. Возможны изменения размера измерительных марок, коэффициента увеличения изображений и др. Перемещения кареток и стандартные операции (внутреннее, взаимное, внешнее ориентирование снимков и др.) полностью автоматизированы. По результатам взаимного и внешнего ориентирования в положение наблюдаемых точек вводятся соответствующие поправки, и наблюдатель выполняет измерение неискаженной модели местности.

К конструктивным особенностям прибора относятся:

- совмещение координатных систем снимков с измерительной системой прибора и исключение тем самым углов поворота χ ;

- использование фотограмметрической системы с началом в левом центре проекции и осью X, совмещенной с проекцией базиса фотографирования на горизонтальную плоскость ($\tau=0$);

- при наблюдении ориентированной модели измеряемыми являются величины $x_{л}$, $u_{п}$, p_0 и q_0 ; элементы внешнего ориентирования модели используются для коррекции положения левой и правой измерительных марок на величины δ_x и δ_y соответственно.

Обработка снимков на аналитических приборах

В целом технология обработки снимков на аналитических приборах не отличается от изложенной в подразделе выше, однако имеет ряд особенностей, связанных со спецификой компьютерной обработки.

Фотограмметрическая обработка снимков на аналитических фотограмметрических приборах включает следующие процессы:

1. Калибровку измерительных систем стереокомпаратора.

Калибровка выполняется с целью определения систематических ошибок для последующего их учёта при измерении снимков. Для калибровки используют специальную измерительную сетку, представляющую собой плоскопараллельную стеклянную пластину, на одной из поверхностей которой нанесена сетка крестов, координаты которых известны с высокой точностью (до 0,5 мкм). Измерительную сетку закладывают в каретку стереокомпаратора и измеряют координаты крестов в системе координат измерительной системы. Обычно при калибровке измеряют 25 крестов, равномерно расположенных на измерительной сетке и определяют параметры аффинного преобразования. По значениям поправок v_x, v_y определяют средние квадратические ошибки измерения координат x и y (точность измерительных систем стереокомпаратора) по формулам

$$\left. \begin{aligned} m_x &= \sqrt{\frac{[v_x^2]}{n}} \\ m_y &= \sqrt{\frac{[v_y^2]}{n}} \end{aligned} \right\}, \quad (13.1)$$

где n – количество измеренных крестов.

Калибровка выполняется при установке аналитического фотограмметрического прибора и повторяется через 1–3 месяца.

2. Внутреннее ориентирование снимков.

Этот процесс выполняется для определения параметров положения и ориентации снимков в каретках стереокомпаратора. При выполнении внутреннего ориентирования также определяют параметры систематических искажений снимка, вызываемых деформацией фотоматериала.

При внутреннем ориентировании измерительная марка подводится к координатным меткам снимков автоматически, а задача оператора сводится к наведению на них измерительной марки и регистрации отсчетов.

3. Взаимное ориентирование.

Процесс взаимного ориентирования, выполняемый на аналитическом фотограмметрическом приборе, включает измерение координат точек, расположенных в стандартных зонах на стереопаре снимков, и определение значений элементов взаимного ориентирования по измеренным координатам точек.

Для облегчения работы оператора в большинстве аналитических фотограмметрических приборов предусмотрен режим автоматического наведения измерительных марок в стандартные зоны снимков стереопары. С этой целью в компьютер вводятся координаты центров стандартных зон в системе координат снимков стереопары. Задача оператора сводится к совмещению измерительной марки с поверхностью модели и регистрации отсчетов. По завершении наблюдений программа переходит к определению элементов взаимного ориентирования строгим способом. Для оценки выполненных измерений на экран компьютера выдаются величины остаточных поперечных параллаксов, анализируя которые оператор может исключить некоторые точки, заменить их, повторить наблюдения и т.п.

4. Геодезическое ориентирование.

Процесс геодезического ориентирования модели включает измерение координат опорных точек в системе координат фотограмметрической модели и определение значений элементов внешнего ориентирования модели. При геодезическом ориентировании оператор вводит в память ЭВМ координаты опорных точек в системе координат местности и выполняет измерение их координат на снимках.

Для облегчения работы оператора в некоторых аналитических фотограмметрических приборах после измерения трёх опорных точек выполняется определение элементов внешнего ориентирования модели. Соответствующая программа вычисляет пространственные координаты опорных точек, составляет и решает систему уравнений под условием $[vv]=\min$ и находит элементы внешнего ориентирования модели.

Стереоскопическое наведение измерительной марки на остальные опорные точки осуществляется автоматически. Оператор с помощью штурвалов X, Y, Z только уточняет наведение марки на изображение опорной точки и фиксирует её координаты в системе координат модели. После измерений каждой опорной точки вычисление значений элементов внешнего ориентирования модели повторяется.

При наблюдении стереоскопической модели программа автоматически построит эпиполярные изображения, при наблюдении которых оператор не обнаруживает поперечного параллакса.

5. Измерение координат и высот точек объекта (местности).

Этот процесс выполняется при создании карт, цифровых моделей рельефа и решении других измерительных задач, выполняемых по стереопаре снимков. При съёмке рельефа и контуров программа составит последовательности пространственных координат точек с наружными семантическими характеристиками.

На аналитических фотограмметрических приборах можно создавать регулярные цифровые модели рельефа (ЦМР) в виде сетки квадратов на местности и ЦМР в виде параллельных профилей.

Возможности аналитических фотограмметрических приборов определяются набором программ обработки результатов измерений. Поэтому техника исполнения перечисленных выше операций определяется конструктивными особенностями прибора и возможностями программного обеспечения.