



Лабораторная работа 7. ФОТОТРАНСФОРМИРОВАНИЕ СНИМКОВ НА ОДНУ ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ

Исходные данные и материалы:
фототрансформатор, отпечаток сетки Готье,
аэронегатив, планово-картографические

материалы

Задание: изучить технологию выполнения фототрансформирования снимков на одну горизонтальную плоскость с использованием фототрансформатора ФТБ.

Порядок и методика выполнения

1. Определение способа фототрансформирования

Преобразование наклонного снимка в горизонтальный снимок заданного масштаба называется коллинеарным трансформированием. Полученный в результате такого преобразования трансформированный снимок свободен от перспективных искажений из-за влияния угла наклона исходного негатива и в случае съёмки плоской горизонтальной местности представляет собой её план. Наличие рельефа вызывает необходимость его учета путем проведения дополнительных действий (например, трансформирование по зонам).

Процесс преобразования снимков осуществляют с помощью специальных приборов – фототрансформаторов. В них по наклонному снимку с помощью объектива строится на экране изображение, соответствующее горизонтальному снимку. Затем это изображение фиксируется на фотобумаге.

Для того чтобы определить, каким способом выполнить фототрансформирование аэроснимков: на одну горизонтальную плоскость (для снимков равнинной местности); на две или более горизонтальные плоскости (для рельефной местности) необходимо рассчитать число зон, в пределах которых центральная проекция будет соответствовать ортогональной. Основным источником остаточных расхождений между этими проекциями после трансформирования является рельеф местности. Поэтому, установив допустимую остаточную величину смещения точки из-за рельефа $\delta_{\text{ндоп}}$ на трансформированном изображении рассчитывают высоту зоны Q , в пределах которой центральную проекцию можно принять за ортогональную. Расчет производят по формуле:

$$Q = 2h_{\text{пред}} = 2fM\delta_{\text{ндоп}}/r, \quad (7.1)$$

где M – знаменатель масштаба создаваемого фотоплана,

r – радиус-вектор угла рабочей площади аэрофотоснимка, величина которого для формата 18x18 см и при перекрытиях 60 и 40% равна 70 мм.

Так как средняя ошибка в положении контуров на топографической карте принимается равной 0,5 мм, то с учетом ошибок трансформирования и монтировки фотоплана остаточная величина смещения точки за рельеф должна быть $\delta_{\text{доп}}=0,4$ мм.

Высоту зоны вычисляют до десятых долей метра и округляют в сторону уменьшения до числа, кратного сечению рельефа, установленному для создаваемой карты.

Рассчитав высоту зоны, определяют их число n . Для этого в пределах аэроснимка находят значение предельного перепада высот, которое равно разности максимальной H_{max} и минимальной H_{min} высот, и делят его на высоту зоны:

$$n = (H_{\text{max}} - H_{\text{min}}) / Q. \quad (7.2)$$

Количество зон вычисляют до десятых долей числа и округляют до целого значения в сторону увеличения, даже если целое число было превышено всего на 0,1.

В зависимости от величины n выбирают способ фототрансформирования, а именно при: 1) $n=1$ фототрансформирование выполняется на одну горизонтальную плоскость; 2) $2 < n < 5$ фототрансформирование выполняется по зонам.

Фототрансформирование по зонам выполняется, как правило, по ориентирующим точкам. Для этого в ортогональное положение точек вводят величины смещений за рельеф. Фототрансформирование по зонам очень трудоемкий процесс. При количестве зон больше 5 используют метод дифференциального трансформирования (ортофототрансформирование).

2. Подготовка аэронегативов

Подготовка аэронегативов к фототрансформированию заключается в наколке пяти трансформационных точек – четыре в углах рабочей площади и пятая в центре, плановое положение которых известно. Для этого аэронегатив кладут эмульсией вниз на монтажный стол с нижним подсветом. По контактным отпечаткам опознают эти точки на негативе и накалывают. Чтобы наколы были ровными и одинакового диаметра, под негативы следует подкладывать прозрачную пластмассовую пластинку. Диаметр накола должен быть 0,1–0,2 мм.

3. Подготовка опорных планшетиков

Для работы на фототрансформаторе подготавливают опорные планшетки – лист чертежной бумаги, размер которого зависит от формата аэронегатива и величины коэффициента трансформирования. На опорные планшетки с плановой основы перекалывают трансформационные точки и центр снимка.

Наколы трансформационных точек чернят карандашом или тушью. Точки обводят кружками диаметром 10 мм. Под центрами подписывают номер аэронегатива, а трансформационные точки соединяют прямыми линиями (рис. 7.1).

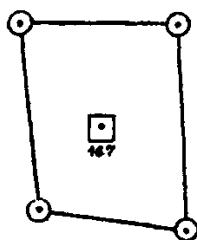


Рис. 7.1.Опорный планшетик.

4. Расчет толщины подложки и её изготовление

При фотографической обработке фотобумаги она деформируется. Как правило, после проявления и сушки размеры фотобумаги уменьшаются. Происходит так называемая её усушка. Поэтому при фототрансформировании масштаб оптического изображения на экране должен быть крупнее настолько, чтобы после усушки фотобумаги масштаб трансформированного снимка был равен заданному масштабу. Для увеличения масштаба оптического изображения при фототрансформировании под опорный планшетик подкладывают картонную подложку определенной толщины.

Для расчета толщины подложки вначале определяют коэффициент деформации фотобумаги K_d по контактному отпечатку на ней контрольной сетки (сетка Готье) (рис. 2). Для этого изображение контрольной сетки на отпечатке измеряют по четырем сторонам квадрата l_1, l_2, l_3, l_4 и его средним линиям l_5, l_6 , с точностью до 0,1 мм. Обозначив измеренную длину линии на отпечатке L , а ее длину на стекле сетки Готье L_0 получают

$$\Delta L = L - L_0, \quad (7.3)$$

где ΔL – абсолютная величина деформации фотобумаги.

Коэффициент деформации фотобумаги вычисляют по формуле:

$$K_d = \frac{\Delta L}{\sum L_0} = \frac{\sum L}{\sum L_0} - 1, \quad (7.4)$$

где $\sum L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6$.

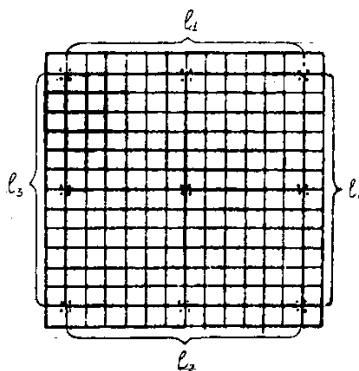


Рис. 7.2. Сетка Готье.

Длины L_0 на стекле не измеряют, а вычисляют следующим образом. Так как сетка на стекле нанесена с высокой точностью через 5 мм, умножаем ее на число квадратов n , (на рис. 2 $n=12$), расположенных вдоль измеренной стороны, тогда $L_0 = 5 \text{ мм} \times n$. На рис. 7.2 $\sum L_0 = 360 \text{ мм}$.

После определения коэффициента деформации находят коэффициент трансформирования по формуле

$$K_t = \frac{m}{M}, \quad (7.4)$$

где m – масштаб аэрофотоснимка;

M – масштаб фотоплана.

Расчет толщины подложки выполняют по формуле

$$t = F(1 + K_t)(1 - K_d), \quad (7.5)$$

где F – фокусное расстояние фототрансформатора (мм);

K_t – коэффициент трансформирования;

K_d – коэффициент деформации фотобумаги.

Фокусное расстояние для фототрансформатора ФТБ равно 180 мм.

Подложку вырезают из листа картона, имеющего толщину, равную рассчитанной. Если листы более тонкие, их склеивают до нужной толщины.

5. Фототрансформирование аэронегатива по опорным точкам

Фототрансформирование аэронегатива можно выполнять только на фототрансформаторе, поверки которого были сделаны и все условия выполнены. Перед началом работы его включают в электросеть и дают прогреться осветительному устройству (рис. 3).

Далее выполняют следующее:

1) экран устанавливают в горизонтальное положение и кладут на него подложку, а сверху – опорный планшетик, который выравнивают покровным стеклом;

2) на шкалах децентрации устанавливают соответствующими рукоятками нулевые отсчеты;

3) ручкой диафрагмирования открывают полностью объектив. Светофильтр отодвигают в сторону. Перечисленные действия нужно выполнять перед началом трансформирования каждого аэронегатива.

После этого проверяют равномерность освещения поля изображения и, если необходимо, выполняют регулировку положения электролампы в осветителе;

4) выполняют фототрансформирование гиростабилизированных аэронегативов равнинной местности на одну горизонтальную плоскость по пяти трансформационным точкам.

1. В кассету фототрансформатора (рис. 7.3) укладывают аэронегатив эмульсией вниз.

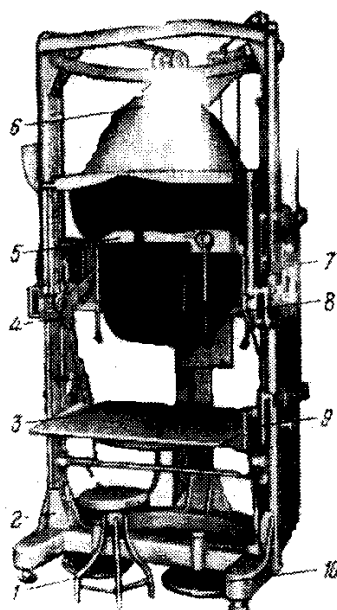


Рис. 7.3. Фототрансформатор ФТБ

- 1 – штурвал масштабного инверсора; 2 – станина; 3 – экран;
 4 – масштабный инверсор; 5 – кассета; 6 – осветительное устройство;
 7 – перспективный инверсор; 8 – суппорт объектива;
 9 – ось наклона экрана; 10 – штурвал перспективного инверсора.

Чтобы определить, с какой стороны эмульсия, нужно посмотреть негатив на просвет. При рассматривании негатива со стороны подложки его номер читается нормально, а со стороны эмульсии зеркально. Для того чтобы на экране негатив расположился привычно, т.е. номер негатива был в правом верхнем углу, аэронегатив укладывают в кассету северной стороной к себе. При этом номер будет в левом нижнем углу.

Для того чтобы заложить аэронегатив на ФТБ, открываем передний клапан (застежки на нижнем чехле) светонепроницаемого чехла, вынимаем кассету. Для этого нужно взять обеими руками внизу за две прямоугольные ручки, большим пальцем правой руки нажать на защелку, потянуть кассету на себя и поставить на экран. Повернув защелки, расположенные слева и справа, поднимаем рамку и покрывное стекло, под которое укладываем негатив. Накрыв его стеклом, и установив рамку так, чтобы перекрыть пространство вне негатива, закрепляют их защелками и кассету осторожно устанавливают на место.

2. На экране фототрансформатора укладывают опорный планшетик.
3. В помещении выключают освещение и зажигают красный свет.
4. Далее выполняют совмещение изображений трансформационных точек с их наколами на опорном планшетике, используя рабочие движения фототрансформатора.

Наколотые на аэронегативе трансформационные точки получаются на экране светящимися, а на планшетике мы их зачернили.

Изменением масштаба оптического изображения, наклонами экрана, вращательными и поступательными движениями кассеты и опорного планшетика добиваемся совмещения светящихся точек с зачерненными. Образно выражаясь, «гасим» светящиеся точки.

Вариант 1. При трансформировании на ФТБ процесс совмещения точек складывается из ряда последовательных действий. Перемещением опорного планшетика на экране и изменением масштаба левым ножным штурвалом совмещают центральную светящуюся точку 167 и одну из трансформационных, например, точку 1, с одноименными точками 167 и 1 на опорном планшетике (рис. 7.4 а).

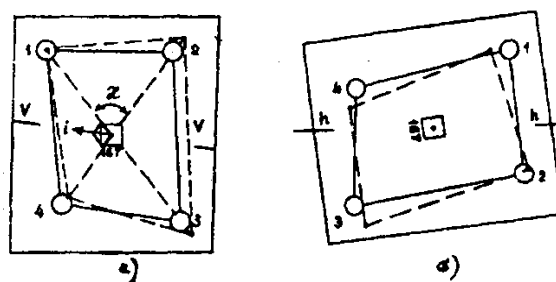


Рис. 7.4. Схема совмещения опорных точек на фототрансформаторе ФТБ (вариант 1)

Совмещение всех точек возможно только при условии расположения главной вертикали аэронегатива в плоскости главной вертикали прибора. Для этого следует развернуть аэронегатив и опорный планшетик на экране на угол χ так, чтобы главная вертикаль VV расположилась в плоскости главной вертикали (XX), тогда ось hh (главная горизонталь) расположится вдоль оси вращения экрана (рис. 7.4б).

Затем, наклоняя экран (правым ножным штурвалом), изменяя масштаб изображения (левым ножной штурвал) и перемещая опорный планшетик, добиваются совмещения всех точек. Предельное несовмещение точек допускается не более 0,4 мм. Наклоняя экран, следует помнить, что, опуская ближний к себе край, мы уменьшаем масштаб изображения в верхней части экрана, а в нижней – увеличиваем.

Вариант 2. При фототрансформировании по четырем опорным точкам подготовительные работы идентичны предыдущим, но трансформирование осуществляется иначе.

На ФТБ выполняют следующие операции.

1. Ручкой χ разворачивают негатив в своей плоскости и устанавливают вдоль оси вращения экрана две трансформационные точки, расположенные по диагонали (рис. 7.5а, точки 1 и 3).

2. Перемещая руками опорный планшетик по экрану, масштабным штурвалом совмещают изображения этих точек с их положениями на планшетике (рис. 7.5б).

3. Если после совмещения точек 1 и 3 окажется, что точки 2 и 4 смещены от их положения на планшетке в одну и ту же сторону (рис. 7.5б), то нужно предварительно устанавливать вдоль оси вращения экрана и совмещать эти точки, а не точки 1 и 3.

4. На ФТБ предварительно ручкой χ устанавливают вдоль оси вращения экрана точки 2 и 4. Наклоном экрана φ_E вокруг линии 2–4 совмещают точку, расположенную ближе к своему положению на планшетке, например точку 3. При этом следят за совмещением точек 2 и 4, нарушение их восстанавливают масштабным движением и перемещением планшета. Если после совмещения точек 2, 3 и 4 точка 1 не совместится со своим положением на планшетке (рис. 7.5в), то нужно ввести децентрацию негатива Δ , сместив изображение вниз. Если изображение точки 1 окажется с наружной стороны от её положения на планшетке, то сместить негатив нужно вверх.

На ФТБ децентрацию вводят ручкой продольной децентрации. При введении децентрации изображение точки 1 переводят за её положение на планшете примерно на величину несовпадения (рис. 7.5 г). Так как после введения децентрации нарушается совмещение всех точек, то все операции повторяют сначала: совмещают точки 2 и 4 масштабным инверсором, точку 3 – наклоном экрана и точку 1 – децентрацией. Таким образом, совмещение точек проводят методом последовательных приближений.

Если при совмещении точки 3 наклоном экрана её изображение не совпадёт с накомом на планшетке, а установится слева или справа, то на ФТБ ручкой χ изображение нужно повернуть в направлении несовпадения. После этого совмещают снова точки 2 и 4 масштабным движением, а точку 3 – наклоном экрана. Добившись совмещения этих трех точек, точку 1 совмещают, как было описано выше.

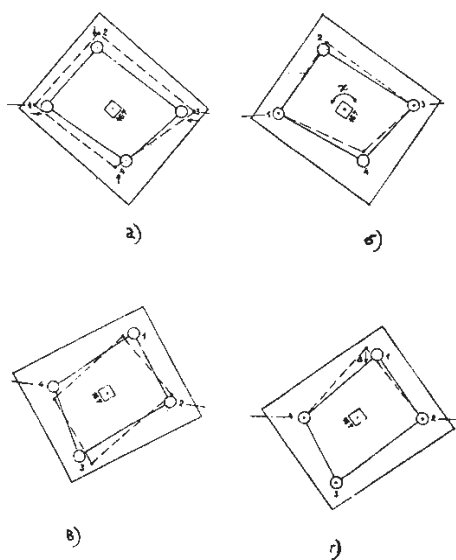


Рис. 7.5. Схема совмещения опорных точек на фототрансформаторе ФТБ (вариант 2)

Совместив четыре угловые точки, проверяют пятую центральную точку. Несовмещение этой точки может быть вызвано неправильно введенной децентрацией (большая или малая). Поэтому нужно провести совмещение точек при измененной величине децентрации.

После совмещения точек на экране выполняют следующее:

1) убирают планшетик с подложкой и, закрыв отверстие объектива оранжевым светофильтром, кладут на экран под покровное стекло лист фотобумаги эмульсией к объективу;

2) устанавливают нужное отверстие диафрагмы;

3) убирают светофильтр и экспонируют фотобумагу.

Величину отверстия диафрагмы и длительность экспонирования определяют опытным путем в зависимости от плотности аэронегатива и чувствительности фотобумаги.

После фотографической обработки фотобумаги получают трансформированный снимок.