

Аэрокосмическая съемка

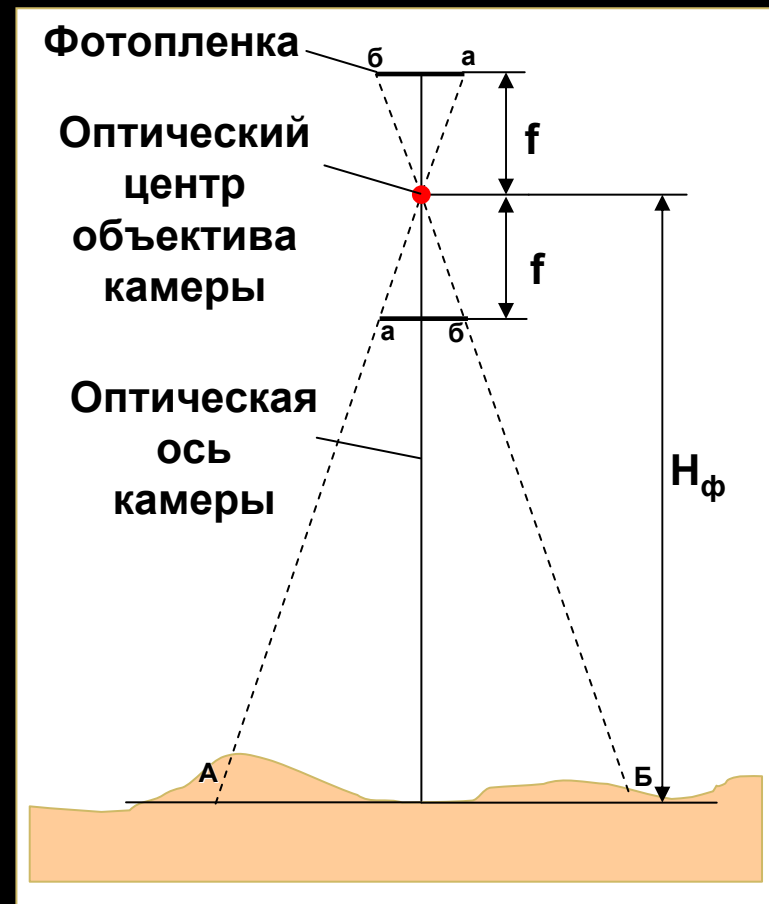
Аэрофотоснимок

Проекция аэрофотоснимков называется *центральной*.

Средний масштаб аэрофотоснимка:

$$1 / m = f / H_{\phi}$$

Масштаб изменяется по площади снимка потому, что присутствуют *искажения*.



Аэрокосмическая съемка

Аэрофотоснимок

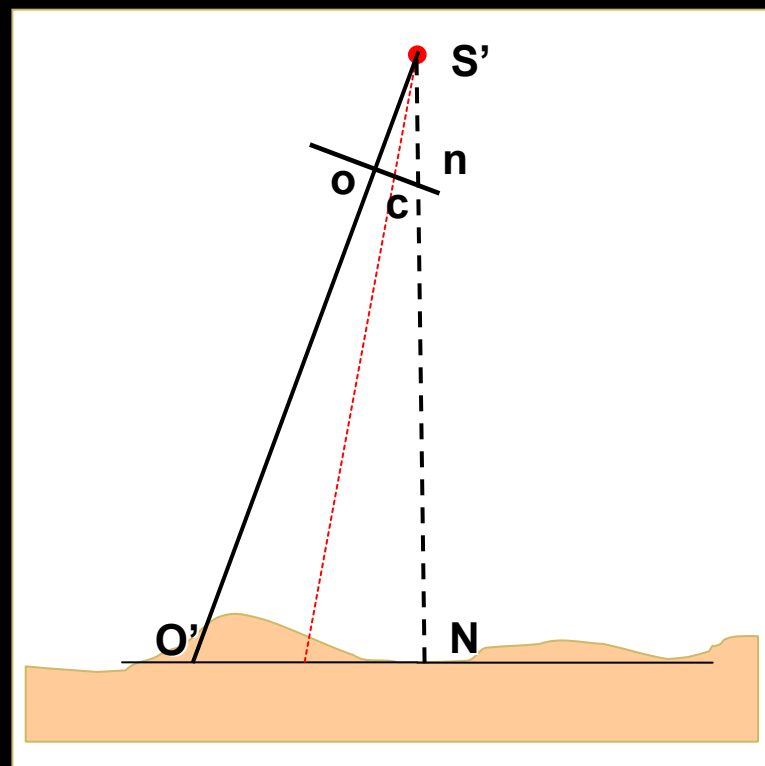
S' – центр проектирования

o – центральная точка снимка

n – точка надира

O' – проекция центральной точки снимка

c – точка нулевых искажений



Аэрокосмическая съёмка

Элементы ориентирования

внутреннего

внешнего

*задают систему
координат снимка*

*ориентируют
снимок в
пространстве*

*3 линейных
координаты
центра
проектирования*

x_0 y_0 f

*3 угловых
крен, тангаж и
рысканье*

X_s Y_s Z_s

ω λ α

Аэрокосмическая съемка

Аэрофотоснимок

Виды искажений, связанные:

со съемочной аппаратурой

с параметрами атмосферы

с условиями съемки:

- *невертикальность оптической оси*

(α – угол наклона снимка)

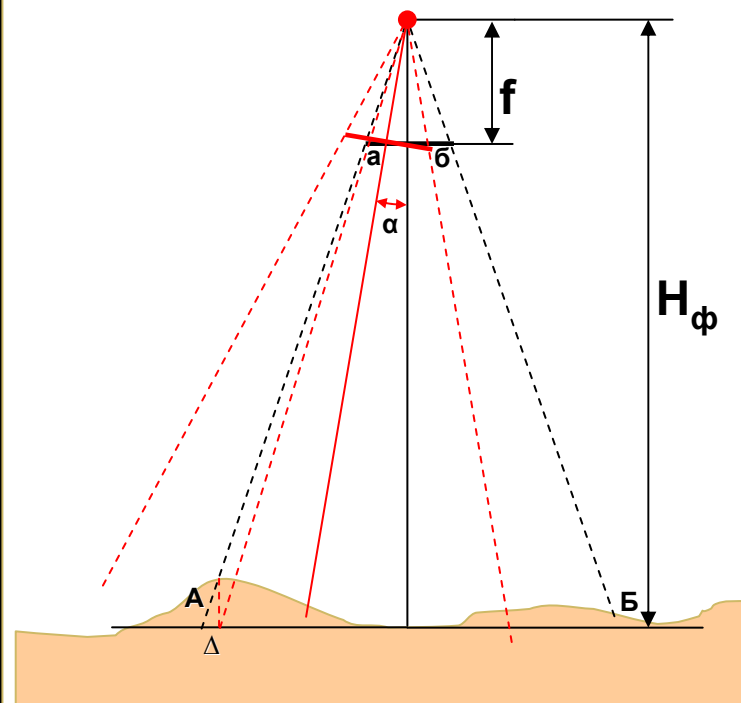
с подстилающей

поверхностью:

- *рельеф*

$\alpha \leq 3^\circ$ - снимок плановый

$\alpha > 3^\circ$ - снимок перспективный



Аэрокосмическая съемка

Сдвиг точек из-за рельефа местности:

$$\Delta h = r h / H,$$

где r – расстояние от центральной точки снимка

Смещение точек наклонного снимка:

$$\Delta \alpha = r^2 \sin \alpha / f$$

Сдвиг точек из-за кривизны Земли:

$$\Delta R = r^3 H / 2 R f^2$$

Аэрокосмическая съемка

Пусть заданы параметры:

$$H = 1000 \text{ м}, f = 200 \text{ мм}, \alpha = 2^\circ, R = 6\,378 \text{ км}, h = 100 \text{ м}$$

При $r = 1 \text{ см}$ и 10 см :

$$\Delta h_1 = r h / H = 0,01 * 100 / 1000 = 0,001 \text{ м} = 1 \text{ мм}$$

$$\Delta h_{10} = 0,1 * 100 / 1000 = 0,01 \text{ м} = 1 \text{ см}$$

$$\Delta \alpha_1 = r^2 \sin \alpha / f = 0,00002 \text{ м} = 0,02 \text{ мм},$$

$$\Delta \alpha_{10} = 0,002 \text{ м} = 2 \text{ мм}$$

$$\Delta R_1 = r^3 H / 2 R f^2 = 2 * 10^{-11} \text{ м}$$

$$\Delta R_{10} = r^3 H / 2 R f^2 = 2 * 10^{-6} \text{ м}$$

Аэрокосмическая съемка

Рабочая область измерений:

$H = 1000$ м, $h = 100$ м, предельная точность 1 см

$$\Delta h = r h / H$$

$$r = \Delta h * H / h$$

$$r = 0,01 * 1000 / 100 = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$$

Для горных районов

$H = 1000$ м, $h = 1000$ м, предельная точность 1 см

$$r = 0,01 * 1000 / 1000 = 0,01 \text{ м} = 1 \text{ см}$$

Аэрокосмическая съемка

Процесс избавления от искажений на фотоснимках называется *трансформированием*

1. Аналитический:

Известны: координаты центра фотографирования (X, Y, H)
углы наклона оптической оси (крен, тангаж и рысканье)
высота фотографирования

По формулам пересчитываются координаты точек снимка.

2. С использованием контрольных точек:

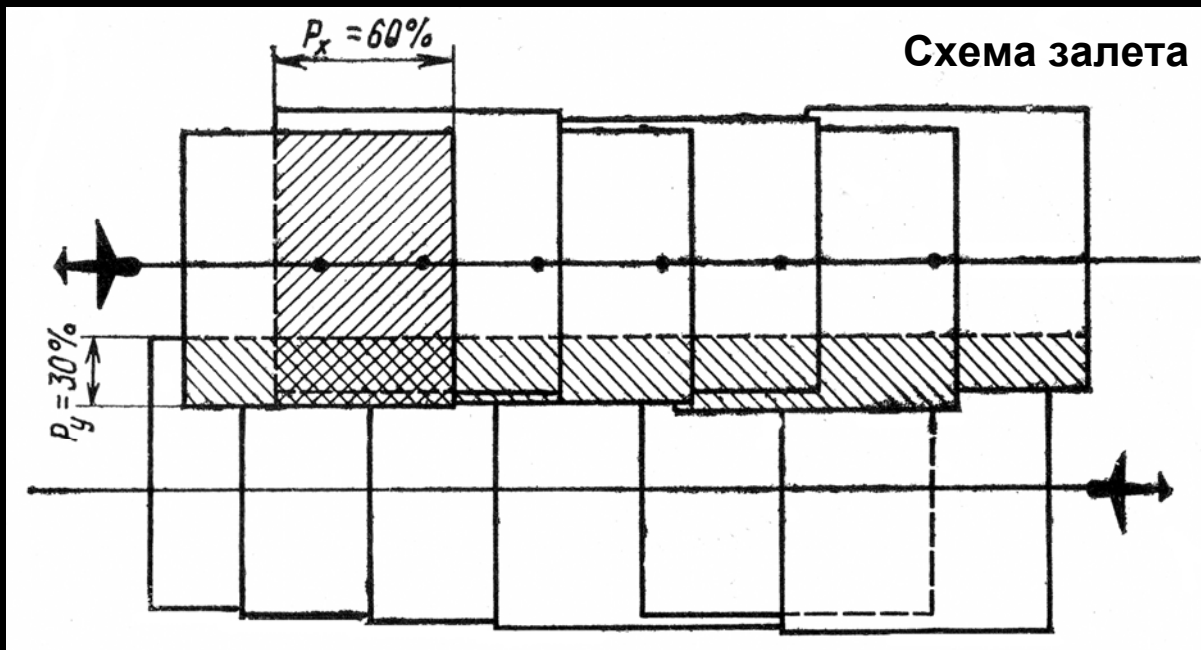
Известны: координаты точек на местности (GCP – ground control points)

Измеряются: координаты этих точек на снимке.

Находятся зависимости и составляются формулы пересчета координат.

Аэрокосмическая съемка

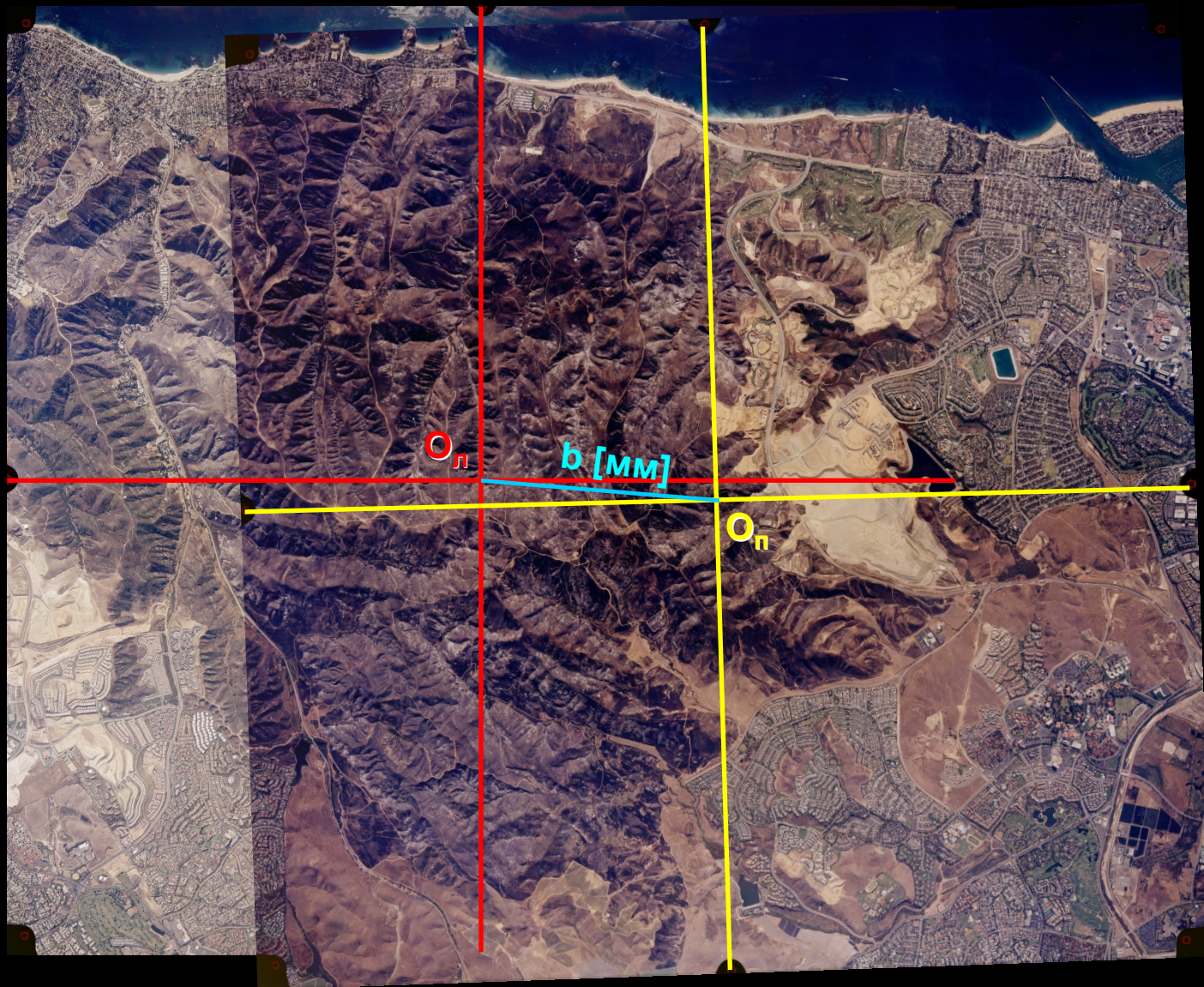
Часто картографируемая территория не покрывается одним снимком, подбирают группу снимков и увязывают их между собой.



1. Накладной монтаж (используются нетрансформированные снимки)
2. Фотоплан (используются трансформированные снимки с остаточными искажениями за рельеф)
3. Ортофотоплан (на снимках отсутствуют все виды искажения)

Аэрокосмическая съёмка

Стереоскопические свойства снимков

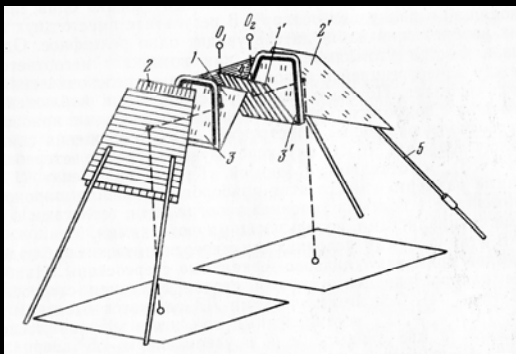


Аэрокосмическая съемка

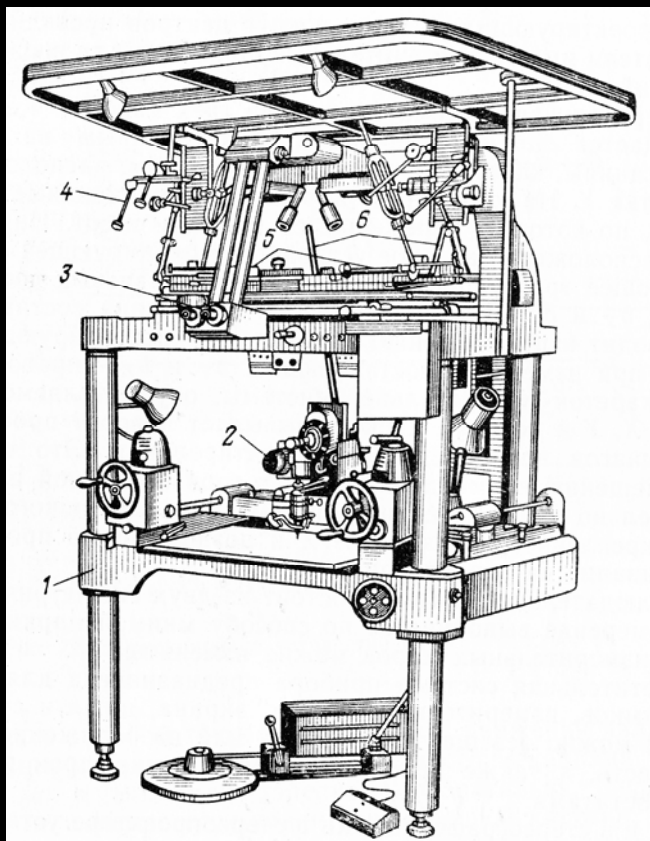
Стереозэффект – рельефное изображение местности

Бывает прямой, обратный и нулевой

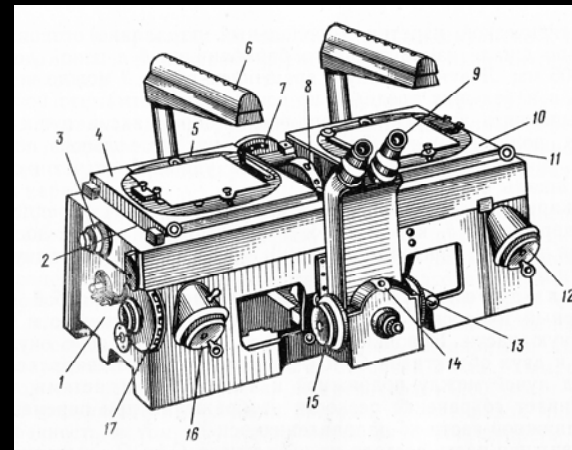
Стереоскопы



Стереопроекторы



Стереоконпараторы

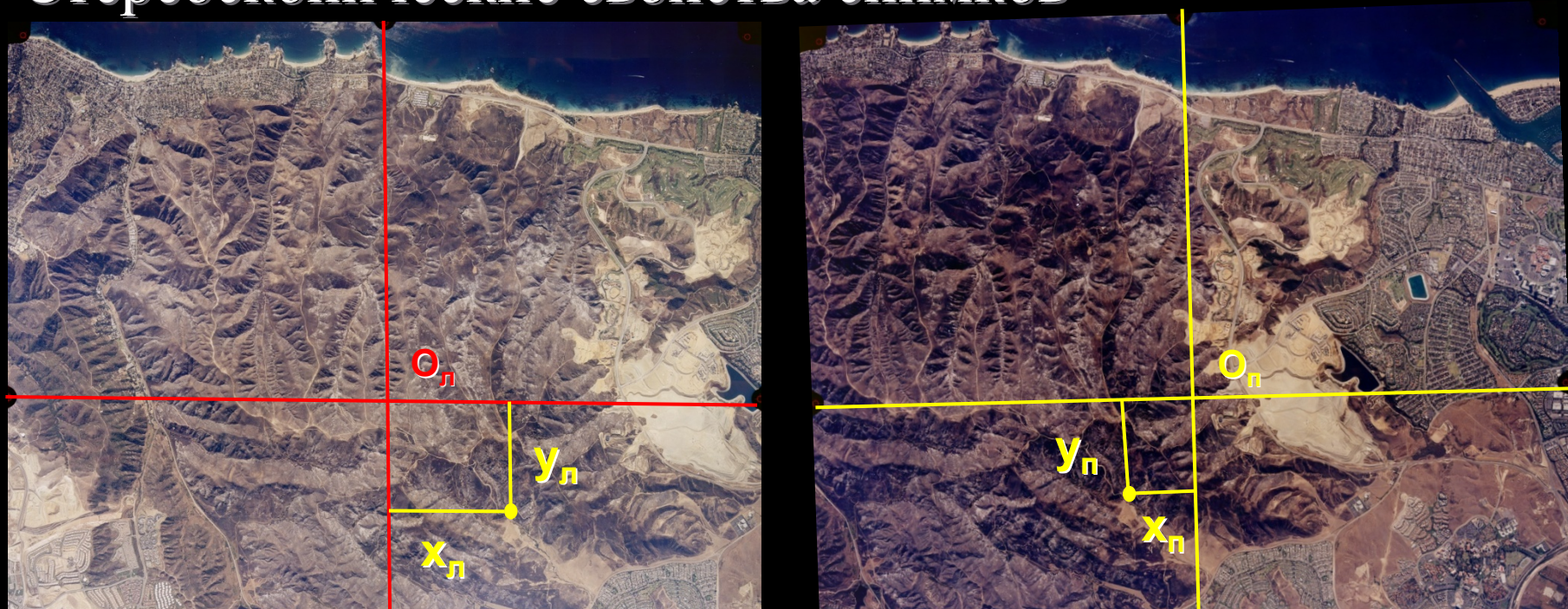


Цифровые
фотограмметрические
станции



Аэрокосмическая съемка

Стереоскопические свойства снимков



Параллакс – разность координат одной и той же точки на левом и правом снимках стереопары

Продольный параллакс
разность абсцисс

$$p = X_{л} - X_{п}$$

Поперечный параллакс
разность ординат

$$q = Y_{л} - Y_{п}$$

Аэрокосмическая съёмка

Стереоскопические свойства снимков

$$h = H_{\text{cp}} \Delta p / (b + \Delta p)$$

$$x_{2л} \leftrightarrow x_{1л}$$

$$(-)x_{2п} \leftrightarrow (-)x_{1п}$$

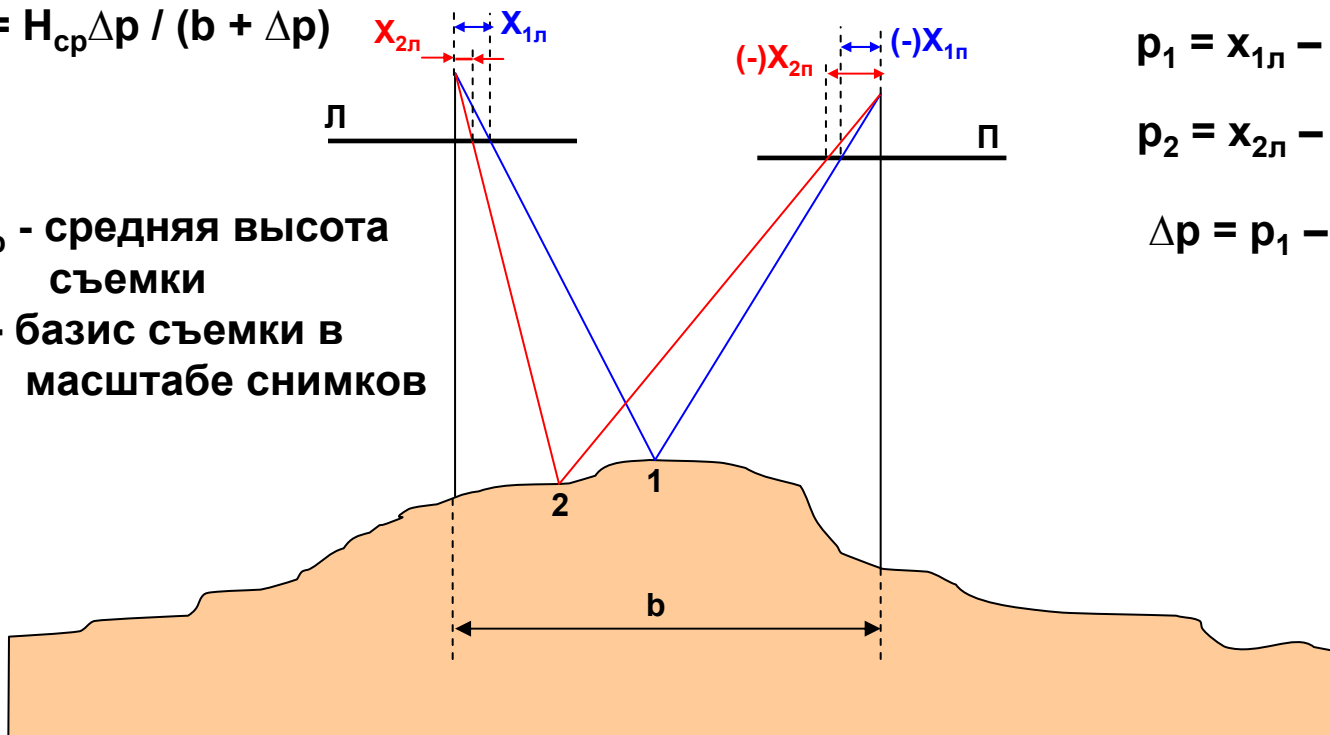
$$p_1 = x_{1л} - x_{1п}$$

$$p_2 = x_{2л} - x_{2п}$$

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

H_{cp} - средняя высота съёмки

b - базис съёмки в масштабе снимков



Аэрокосмическая съемка

Аэрофототопографическая

Контурно-комбинированная

Стереотопографическая

Для составления ситуации (контуров) используются аэрофотоснимки или космические снимки высокого разрешения

Данные о рельефе получают в поле путем нивелирования.

Данные о рельефе получают с помощью стереофотограмметрической модели по стереопаре снимков на универсальном стереофотограмметрическом приборе

Аэрокосмическая съемка

Контурно-комбинированный способ

Технологическая схема

1. Организация
съемочного процесса

2. Монтаж снимков

3. Дешифрирование
снимков

4. Составление
контурной части

1. Организация
съемочного процесса

2. Нивелирование

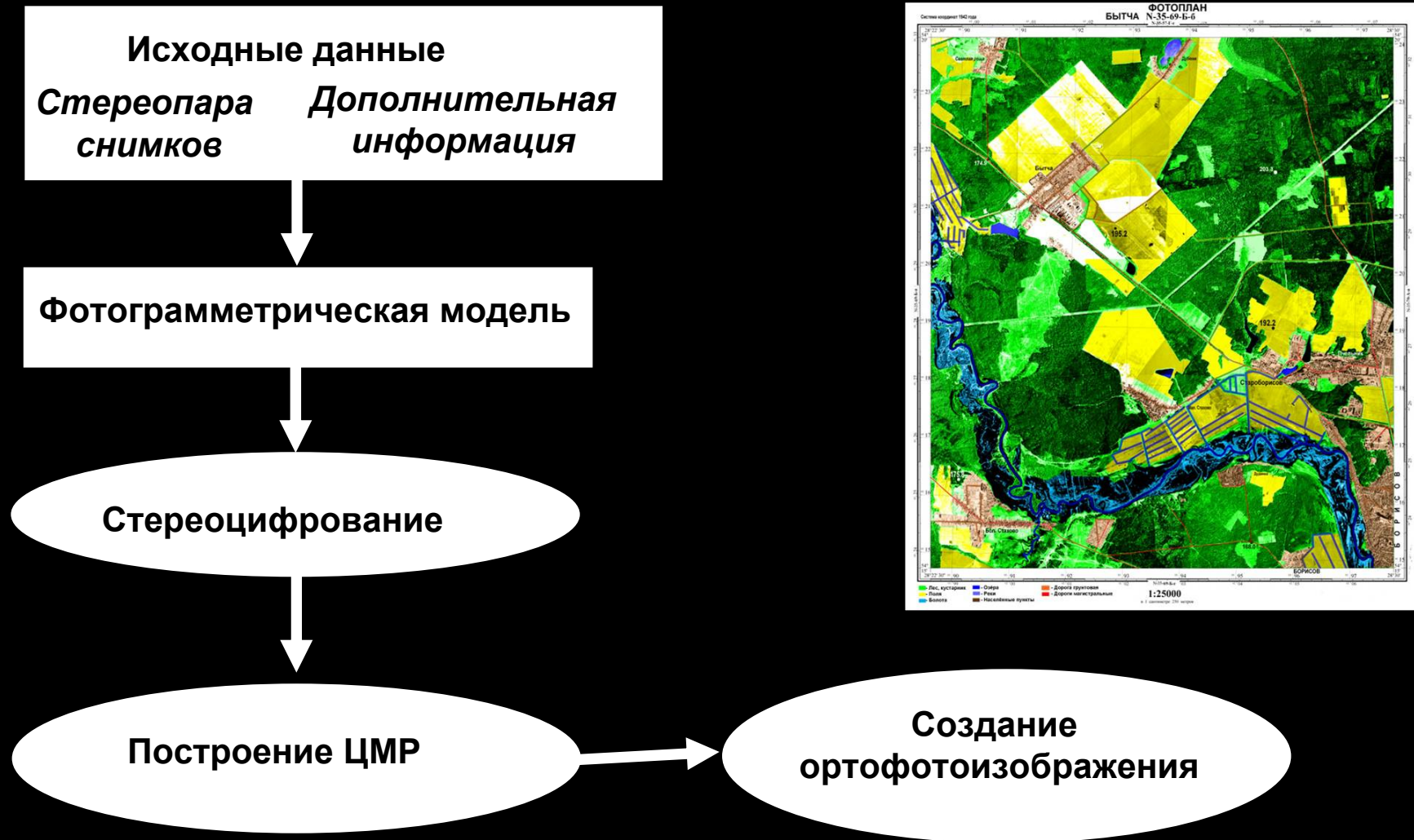
3. Уравнивание измерений

4. Интерполяция
горизонталей

Составление карты

Аэрокосмическая съемка

Стереотопографическая съемка



Аэрокосмическая съёмка

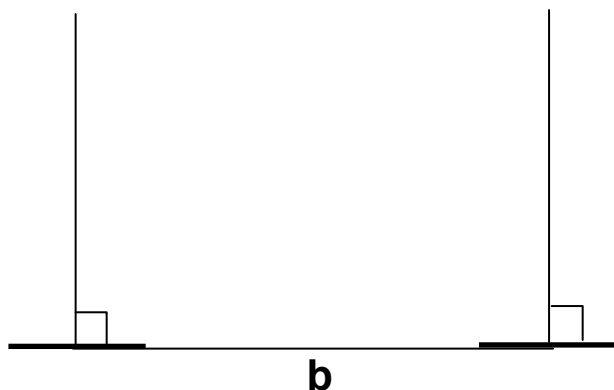
Фототеодолитная съёмка

Наземная стереотопографическая съёмка

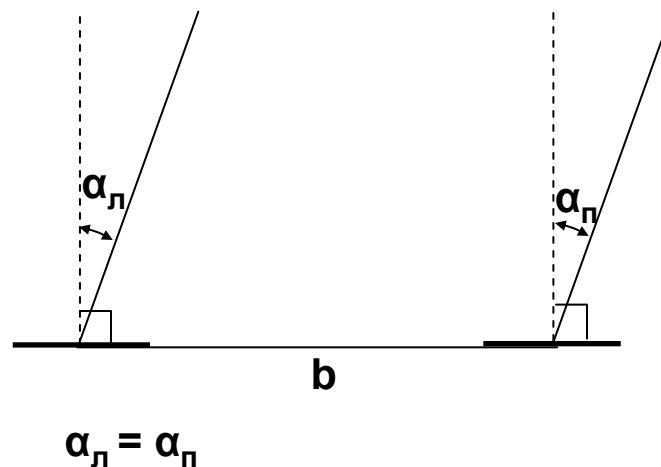
По положению оптических осей фототеодолита к базису бывают различные случаи съёмки.



Нормальный



Равноотклоненный



Аэрокосмическая съемка

Лазерное сканирование

Лазерный сканер – прибор, выполняющий измерения расстояний и углов до точек лазерных отражений

вычисление пространственных координат

Очень высокая частота (сотни тысяч измерений в секунду) =
= большой объем координатных данных =
= цифровые модели местности (объектов) высокой точности



Аэрокосмическая съемка

Лазерное сканирование

Наземное ЛС

Преимущества

исключение доступа
персонала в опасные
зоны

высокая точность,
детальность данных,
высокая производительность
работ, экономия средств



Аэрокосмическая съемка

Воздушное ЛС

Высота съемки – 500-1500 м

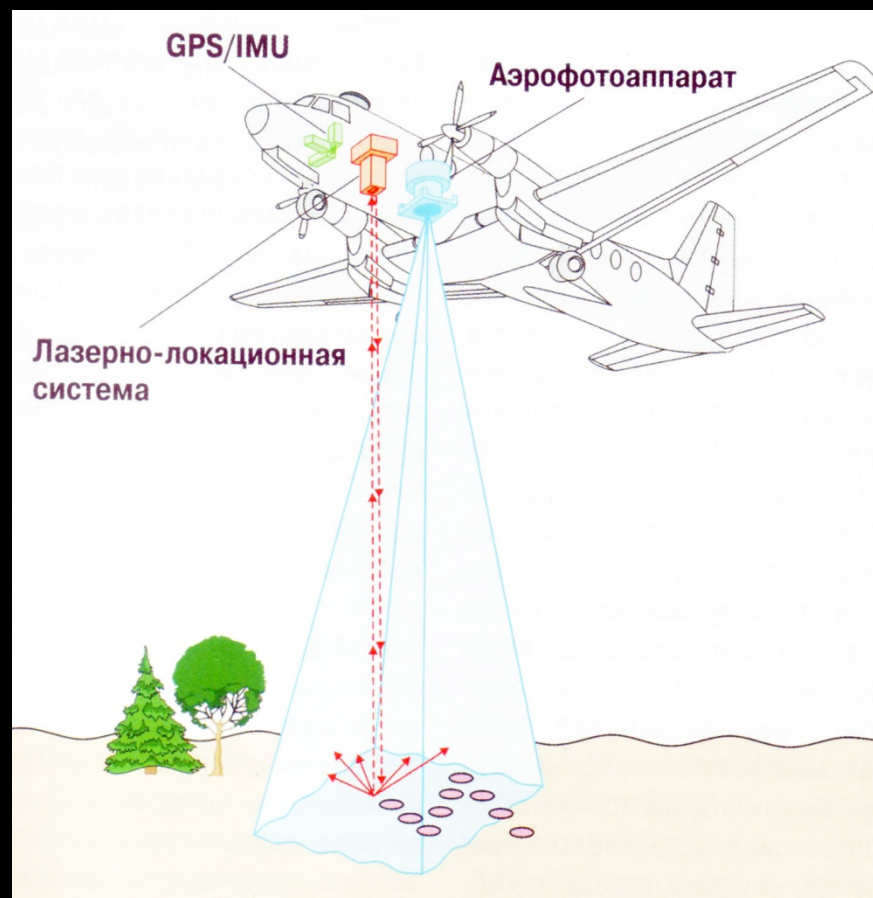
Точность: средняя – 15 см, максимальная – 5 см

Преимущества

получение истинного рельефа
(в т.ч. под кронами деревьев)

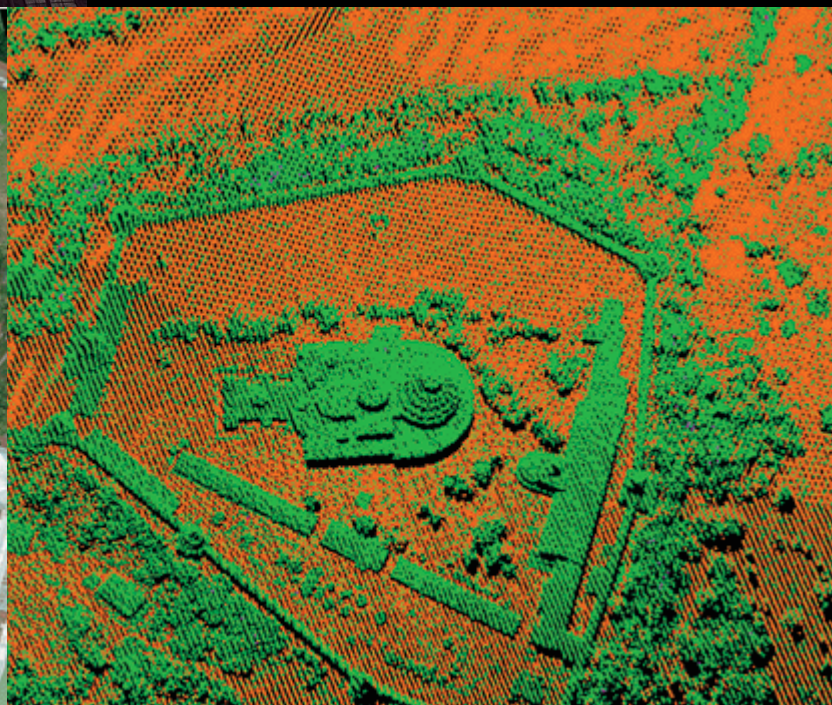
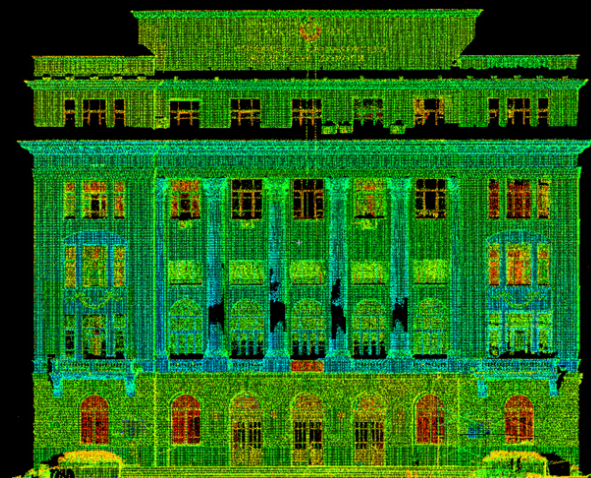
определение местоположения
и формы объектов сложной
структуры

получение детальных
топографических карт, планов
местности без явных
ориентиров (тундра, пустыня)



Аэрокосмическая съёмка

Лазерное сканирование



Топографические карты

Основной метод создания

Аэрофототопографическая съемка

Основной метод обновления

Аэрофототопографическая съемка

Сроки обновления

раз в 5 лет – обжитые территории

раз в 10 лет – малообжитые территории

Дежурный масштаб

1 : 100 000