

Наземная фотограмметрия

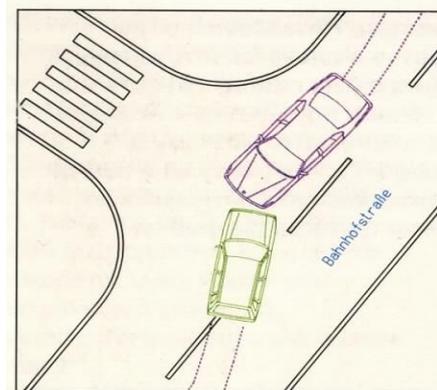
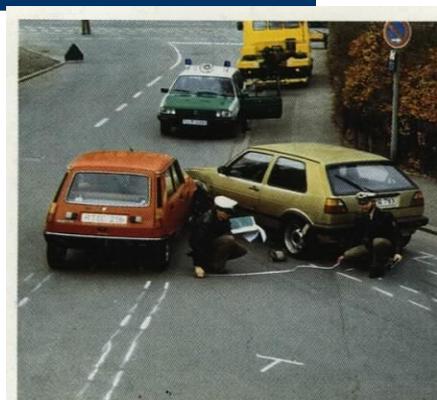
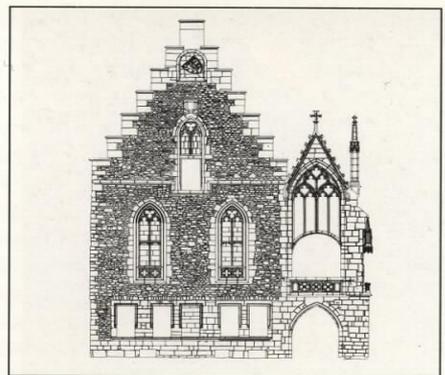
Презентация по
материалам лекций



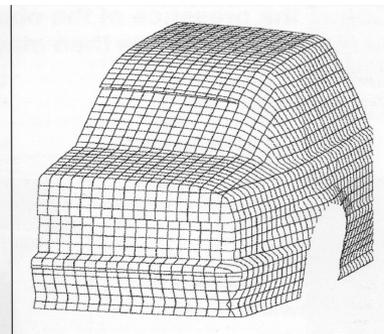
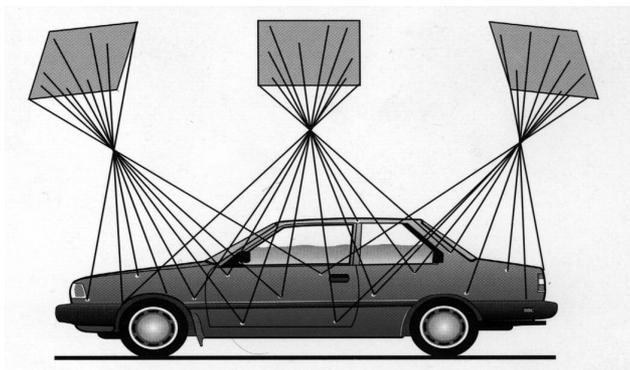
Назначение и область применения методов наземной фотограмметрии

- Архитектура
- Строительство
- Горное дело
- Судостроение
- Медицина
- Криминалистика
- Машиностроение
- И т.д.

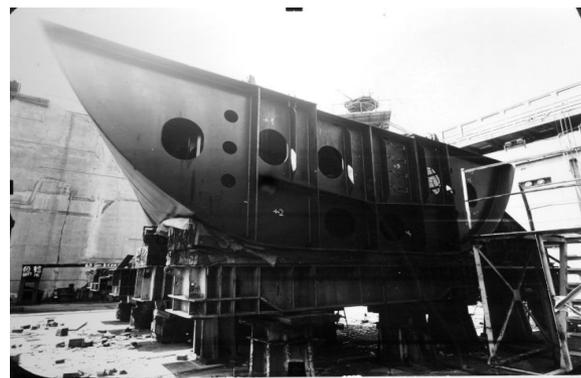
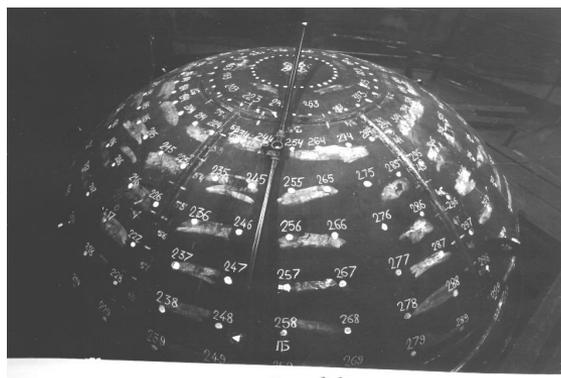
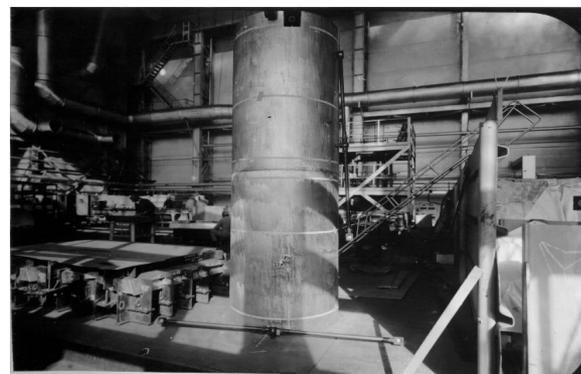
Архитектура и оценка ДТП



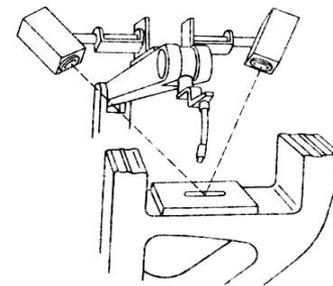
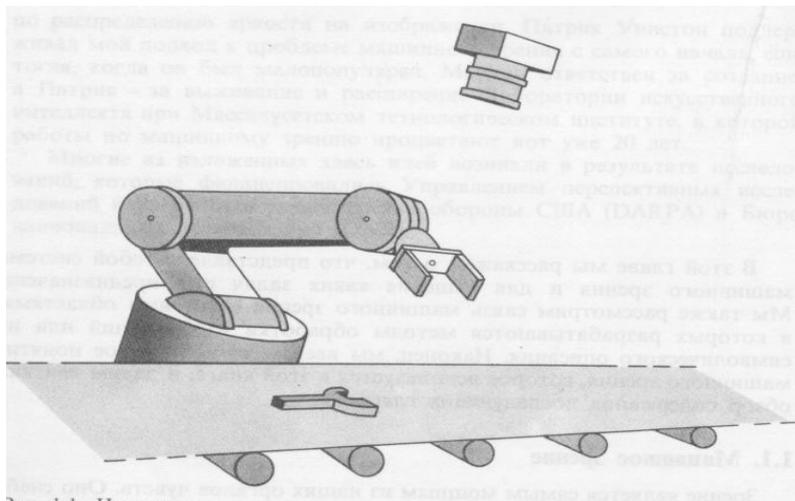
Автомобилестроение



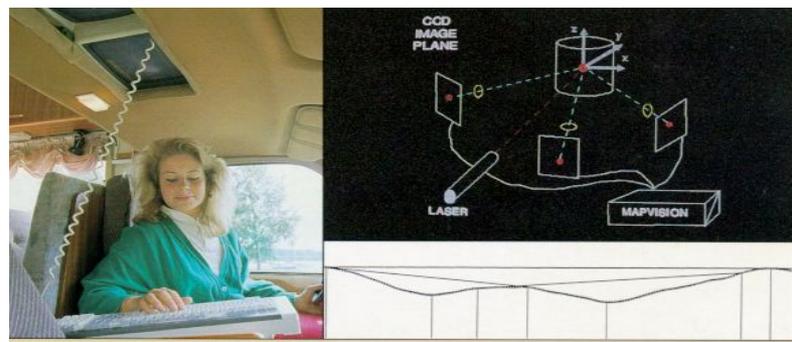
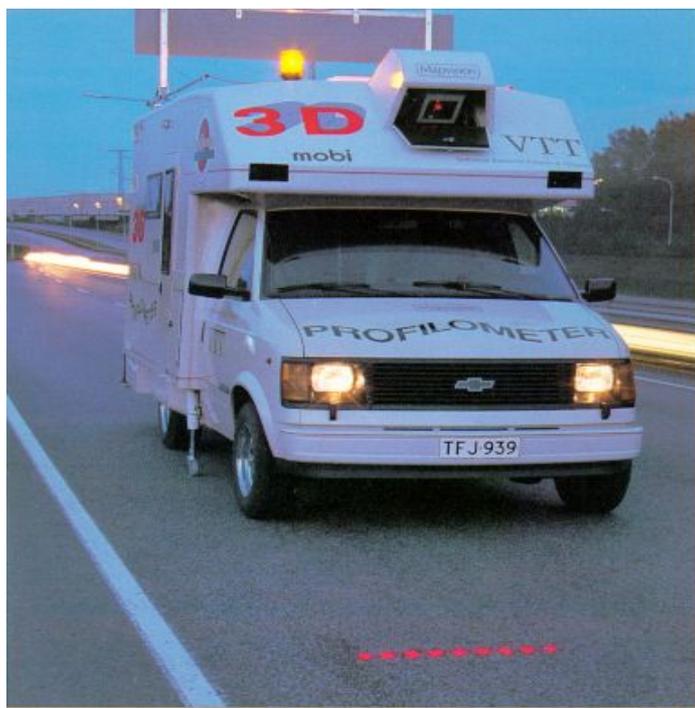
Применение фотограмметрии в судостроении



Робототехника



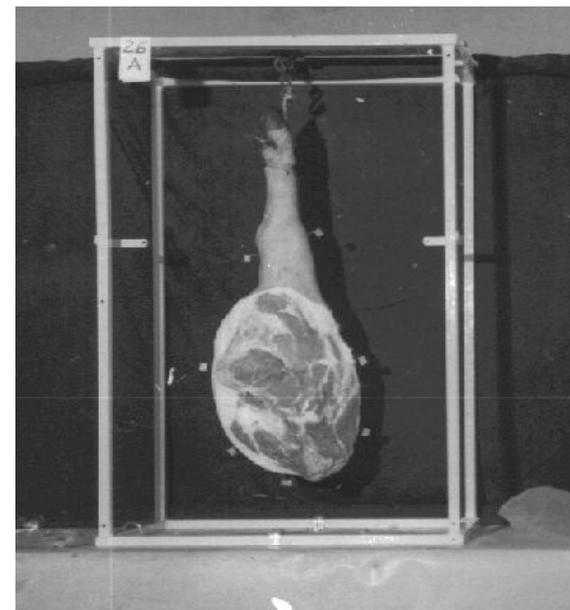
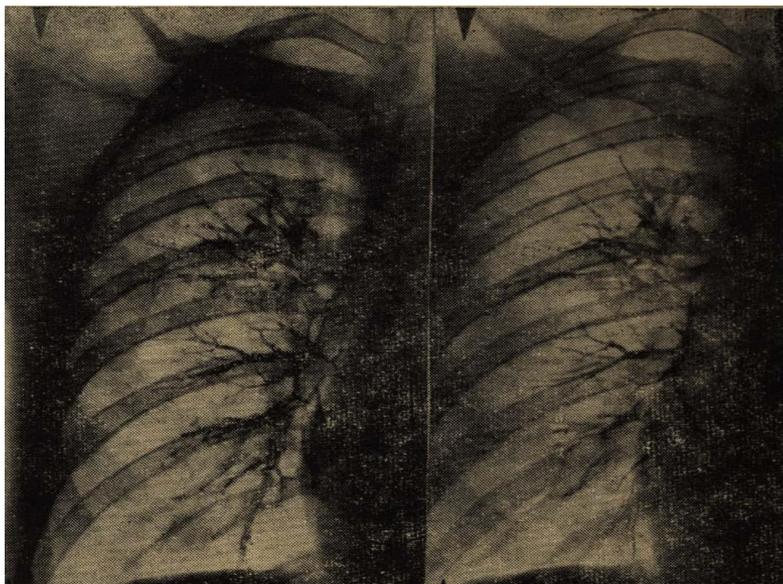
Исследование дорожного покрытия



Археология

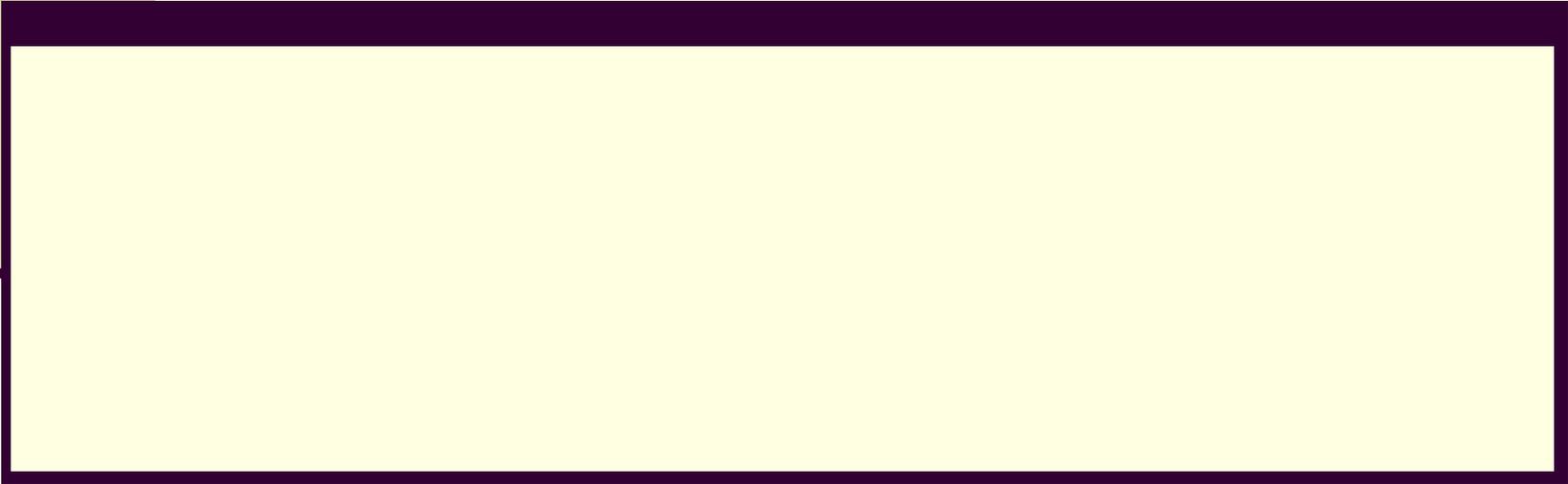


Медицина и биотехнология





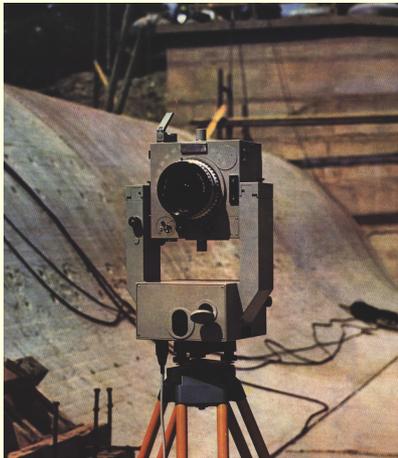
Съемочные камеры,
применяемые в наземной
фотограмметрии



Классификация съёмочных камер и систем применяемых в наземной фотограмметрии

- Фотокамеры
- Цифровые камеры
- Цифровые видеокамеры
- Фотокамеры с цифровыми сканерными приставками
- Фотокамеры с цифровыми матричными приставками
- Многокамерные съёмочные системы

Фотокамеры

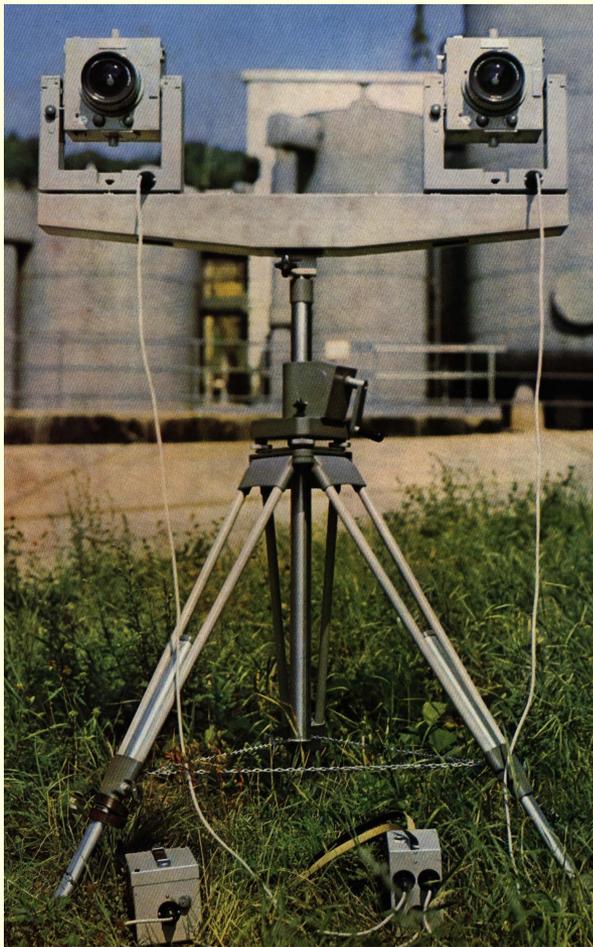


UMK Carl Zeiss (Jena)



Rolleimetric

Стереосистемы



UMK с базисом 840 mm



SMK с базисом 120 mm

Цифровые камеры



Rollei db45 metric



Rollei d7 metric



Rollei RSC

Hasselblad H1 с цифровым задником Phase One



Цифровые приставки



Kodak ProBack Plus



Kodak ProBack 645



сканерная приставка **Super10 K-2** фирмы Better Light с фотокамерой

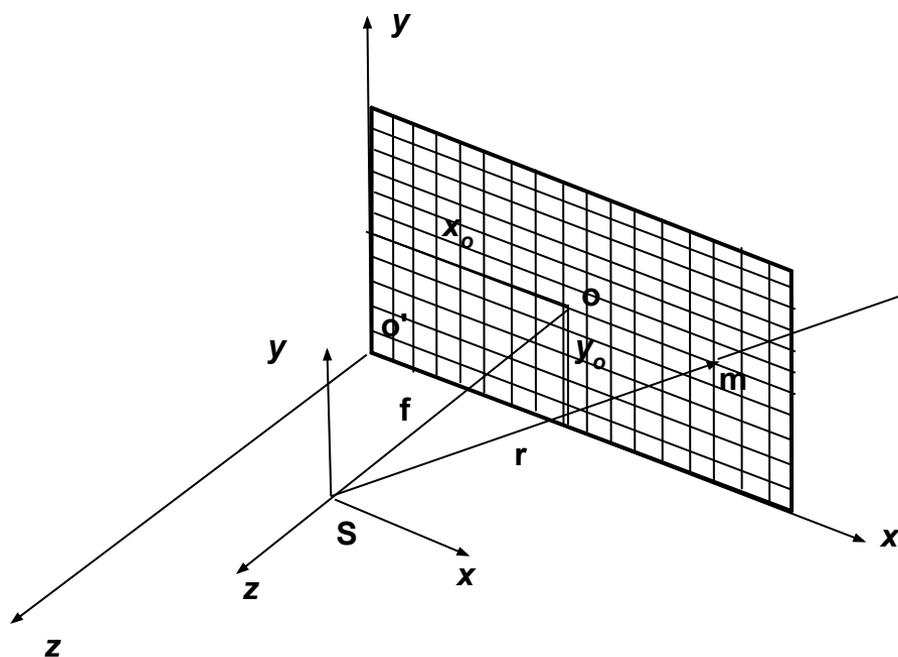
Цифровые видеокамеры с захватом изображения



**Системы координат,
применяемые в наземной
фотограмметрии.
Элементы ориентирования
снимка.**



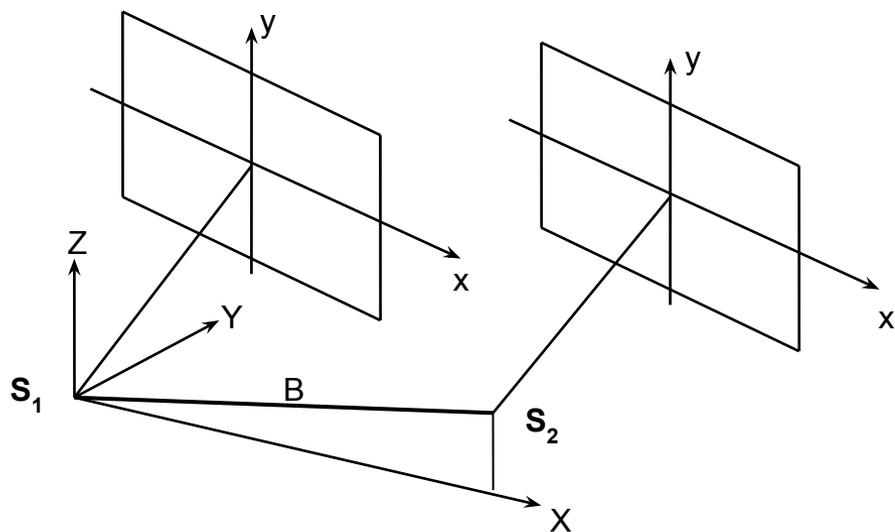
Система координат снимка, элементы внутреннего ориентирования



- Элементы внутреннего ориентирования снимка :
- f - фокусное расстояние объектива
- x_0, y_0 - координаты главной точки
- dx, dy -дисторсия объектива

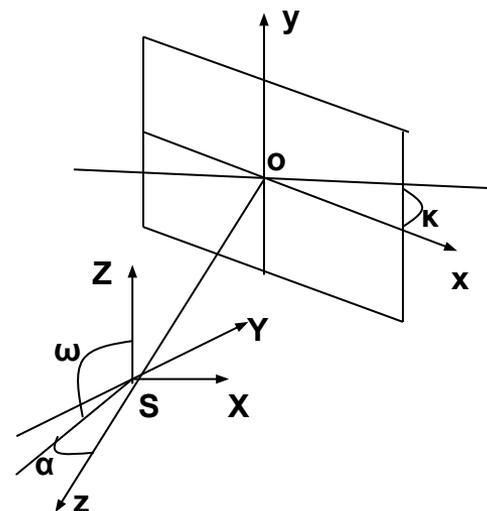
Системы координат объекта.

Элементы внешнего ориентирования снимка



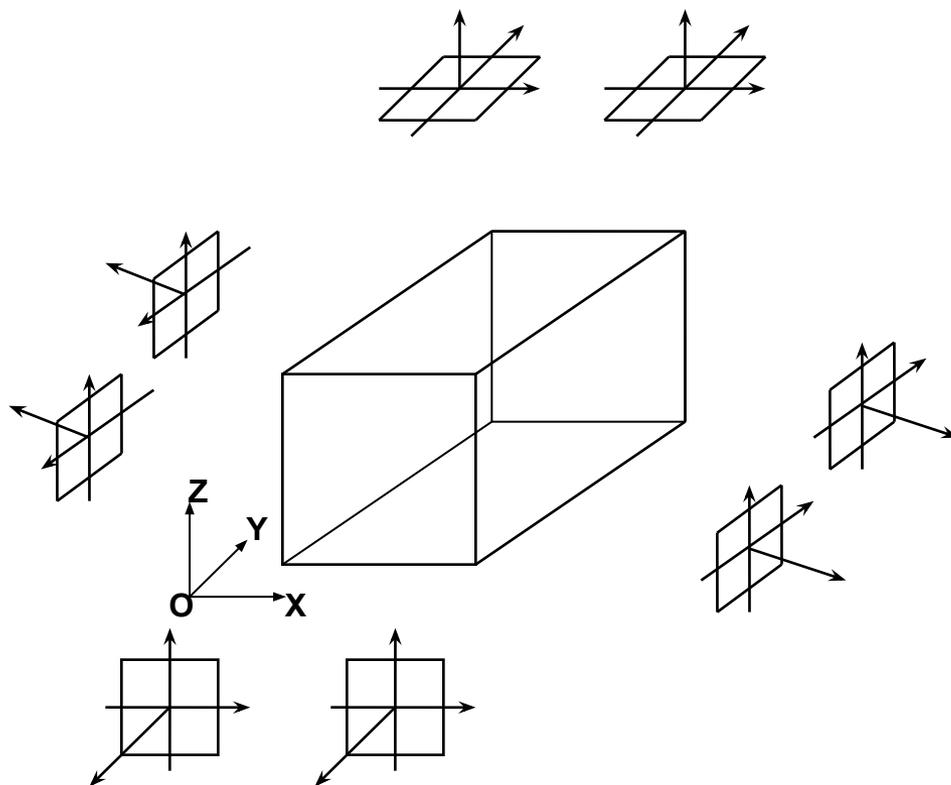
Базисная система координат

X_s, Y_s, Z_s – положение центра проекции в системе координат объекта



ω, α, K - угловые элементы внешнего ориентирования

Основные случаи съемки



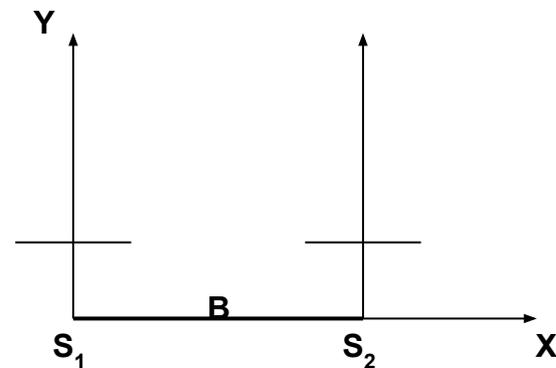
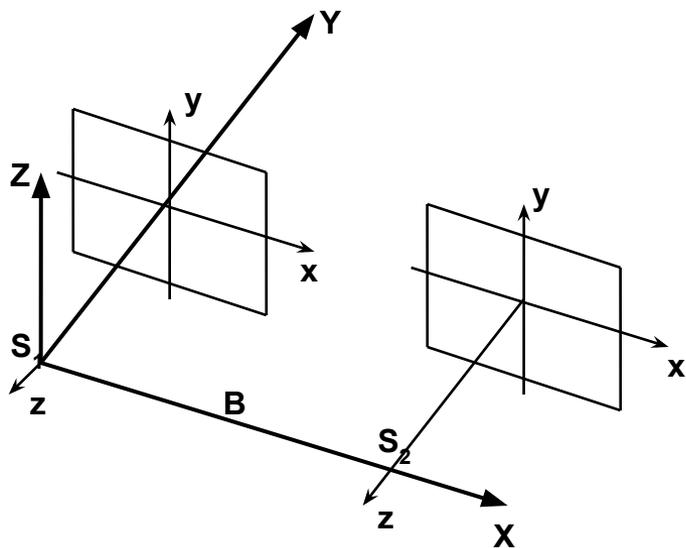
$$\alpha = 0-360^{\circ}$$

$$\omega = 0-360^{\circ}$$

$$\kappa = 0-360^{\circ}$$

Общий случай съемки

Нормальный случай съемки



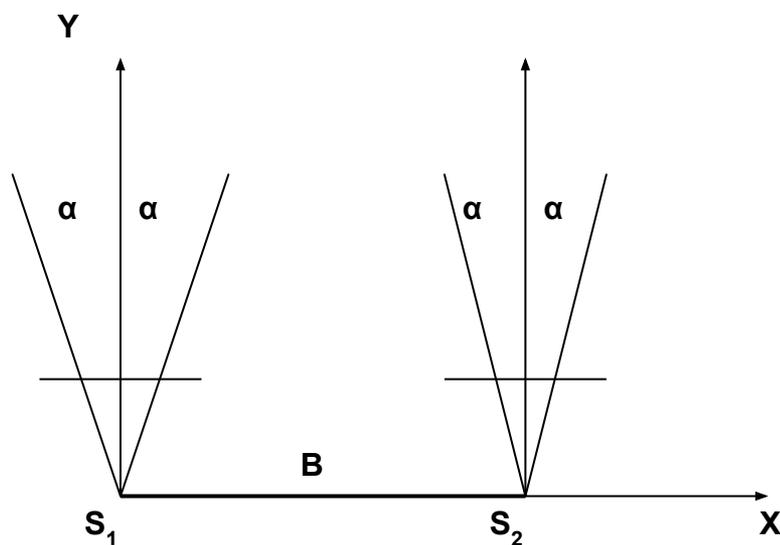
$$\alpha_1 \approx \alpha_2 \approx 0^\circ$$

$$\omega_1 \approx \omega_2 \approx$$

$$90^\circ$$

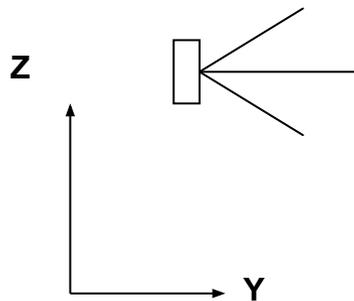
$$\kappa_1 \approx \kappa_2 \approx 0^\circ$$

Равноотклоненный случай съемки.



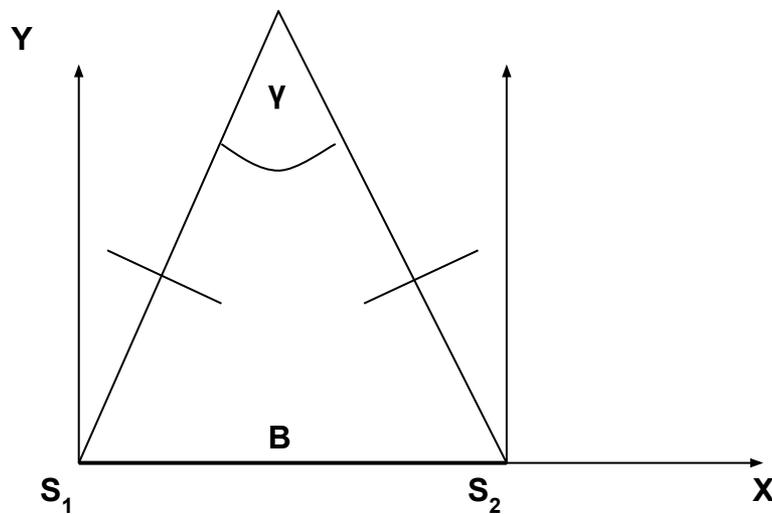
$$\begin{aligned}\alpha_1 &\approx \alpha_2 \approx \alpha \\ \omega_1 &\approx \omega_2 \approx \\ &90^\circ \\ \kappa_1 &\approx \kappa_2 \approx 0^\circ\end{aligned}$$

Равнонаклонный случай съемки



$$\alpha_1 \approx \alpha_2 \approx 0$$
$$\omega_1 \approx \omega_2 \approx \omega$$
$$\kappa_1 \approx \kappa_2 \approx 0$$

Конвергентный случай съемки



$$\gamma < 16^\circ$$

Проектирование наземной съемки

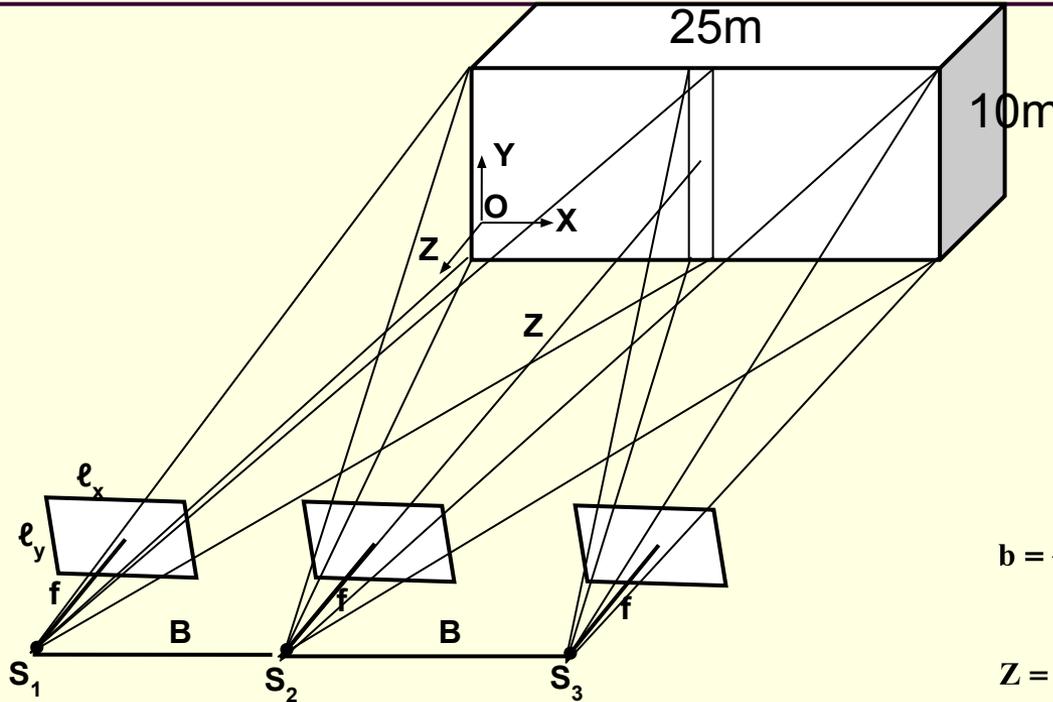


Способы выполнения съемки для наземной фотограмметрии

Основные задачи при выборе схемы съемки

- *Обеспечить заданную точность определения координат точек объекта при минимальном количестве станций фотографирования (снимков). Для этого следует правильно выбрать отстояние камеры от объекта и величину базиса фотографирования.*
- *Покрыть съемкой весь изучаемый объект, чтобы отсутствовали мертвые зоны (части объекта не изобразившиеся на снимках).*
- *Обеспечить дешифрируемость объектов по снимкам (возможность опознавания на снимках мелких деталей объекта).*

Выбор базиса фотографирования и отстояния от объекта



Формулы

$$b = \frac{\vartheta_x (100\% - P_x)}{100\%}$$

$$Z = \frac{b}{m_p} m_z \quad B = \frac{Z}{f} b \quad \Delta = \frac{Z}{f}$$

Расчеты

$$b = \frac{\vartheta_x (100\% - P_x)}{100\%} = \frac{4500(100 - 60)}{100} = 1800 \text{ pix}$$

$$Z = \frac{b}{m_p} m_z = \frac{1800 \text{ pix}}{0.5 \text{ pix}} \cdot 0.01 \text{ м} = 36 \text{ м}$$

$$B = \frac{Z}{f} b = \frac{36 \text{ м}}{4500 \text{ pix}} \cdot 1800 \text{ pix} = 14.4 \text{ м}$$

$$n_B = \frac{L}{B} = \frac{25}{14.4} = 1.7$$

$$\Delta = \frac{Z}{f} = \frac{36 \text{ м}}{4500 \text{ pix}} = 0.008 \text{ м}$$

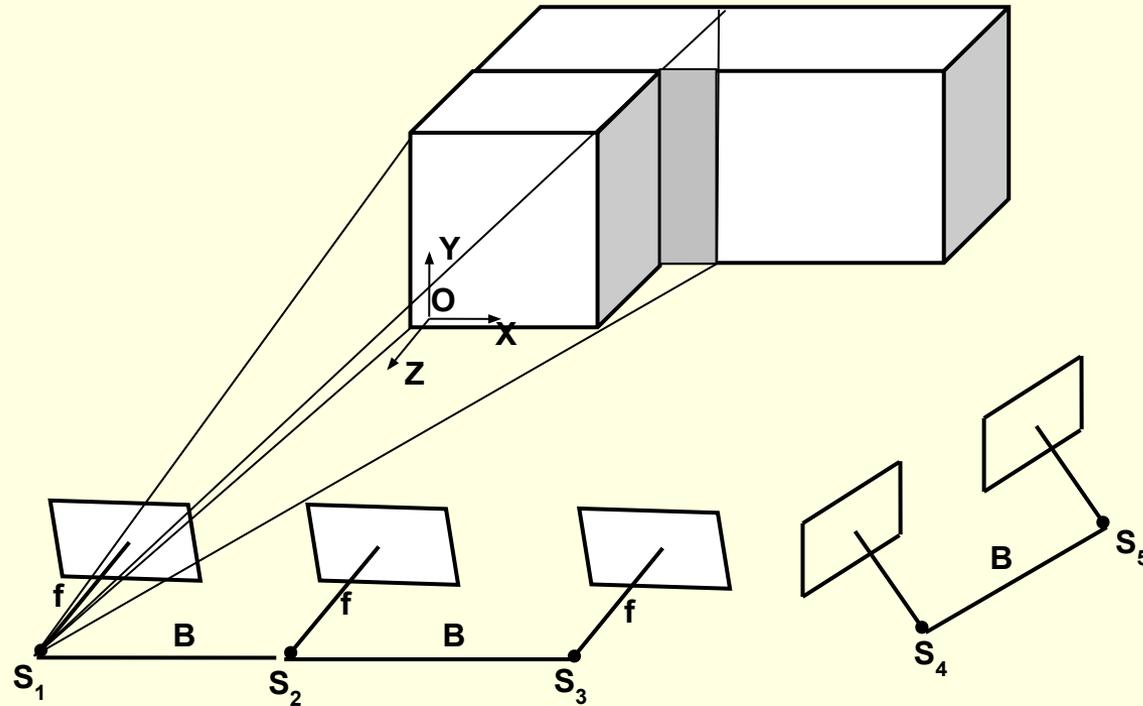
Исходные параметры

$$m_x = m_y = m_z = 0.01 \text{ м}$$

формат снимка - 4500x3000 pix

$$f = 4500 \text{ pix} \quad m_p = 0.5 \text{ pix}$$

Проектирование дополнительных базисов при наличии мертвых зон



Калибровка камер

Параметры калибровки

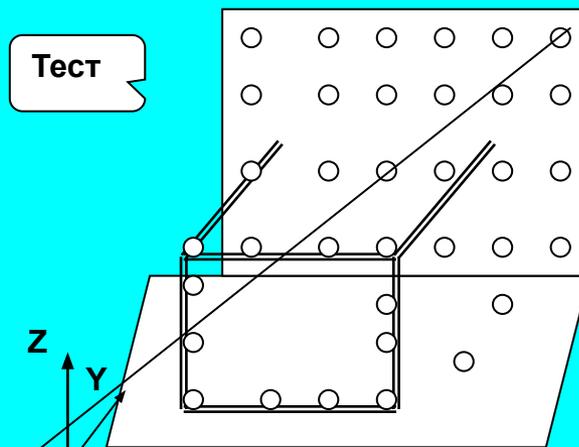
- *f - фокусное расстояние объектива*
- *x_0, y_0 - координаты главной точки*
- *dx, dy -дисторсия объектива*
- *Координаты координатных меток*

Способы калибровки

- *Калибровка с помощью многокалматорного калибратора*
- *Калибровка с помощью тест объекта.*
- *Самокалибровка*

Калибровка с помощью тест-объекта

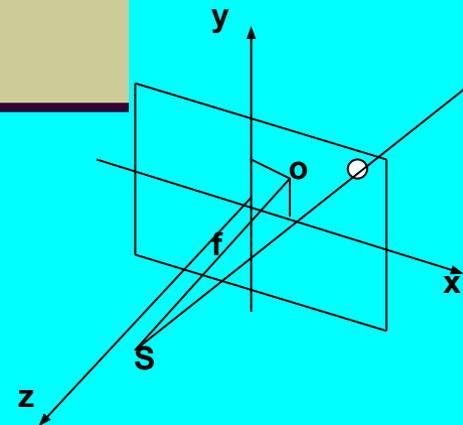
Уравнения коллинеарности с дополнительными параметрами



$$\left. \begin{aligned} x_0 - f \frac{a_{11}(X - X_S) + a_{21}(Y - Y_S) + a_{31}(Z - Z_S)}{a_{13}(X - X_S) + a_{23}(Y - Y_S) + a_{33}(Z - Z_S)} - x + d_x &= 0 \\ y_0 - f \frac{a_{12}(X - X_S) + a_{22}(Y - Y_S) + a_{32}(Z - Z_S)}{a_{13}(X - X_S) + a_{23}(Y - Y_S) + a_{33}(Z - Z_S)} - y + d_y &= 0 \end{aligned} \right\}$$

где дисторсия описана выражением

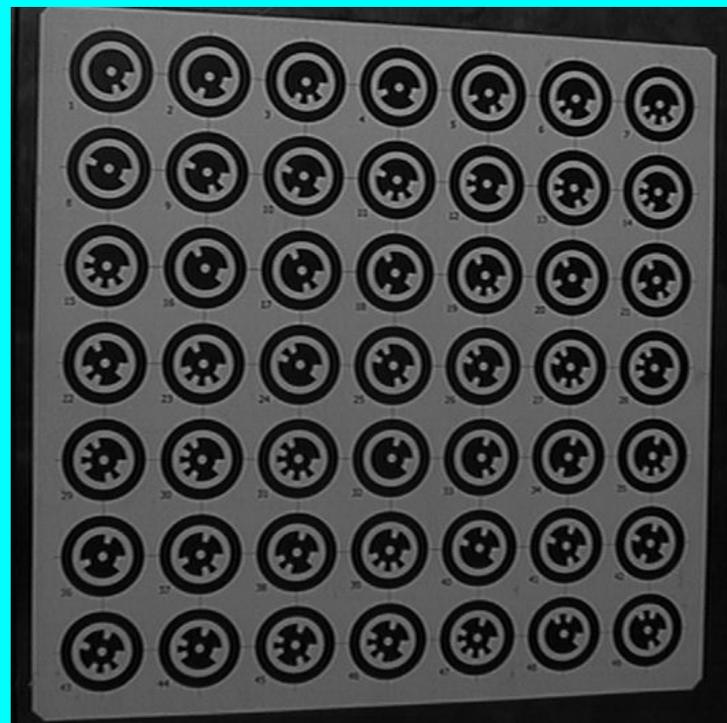
$$\left. \begin{aligned} d_x &= x(r^2 k_1 + r^4 k_2 + r^6 k_3 + \dots) + (r^2 + 2x^2)p_1 + 2xyp_2 \\ d_y &= y(r^2 k_1 + r^4 k_2 + r^6 k_3 + \dots) + 2xyp_1 + (r^2 + 2y^2)p_2 \end{aligned} \right\}$$



Примеры тест-объектов

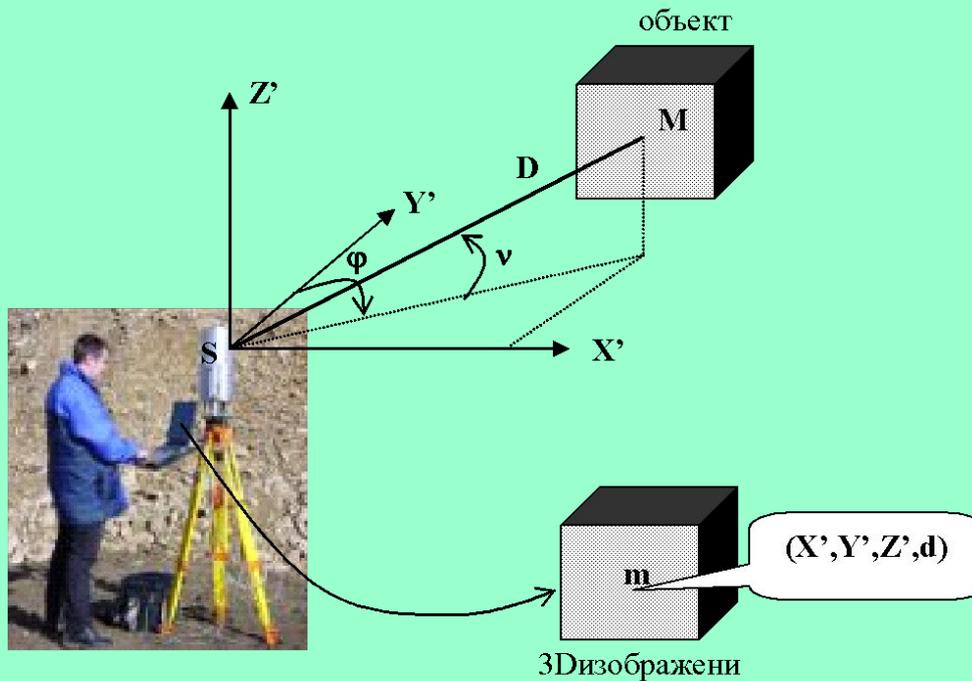


Пространственный тест-объект



Плоский тест-объект

Трёхмерное лазерное сканирование



Формулы вычисления координат объекта

$$X' = D \cos \nu \sin \phi$$

$$Y' = D \cos \nu \cos \phi$$

$$Z' = D \sin \nu$$

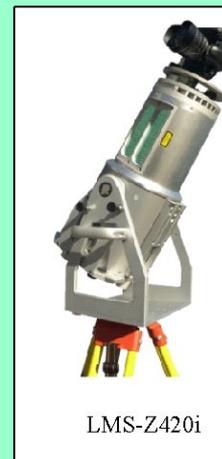
Сканеры для наземного сканирования



LMS-Z210i



LMS-Z360i



LMS-Z420i



Leica HD2500



Leica HD3000



Leica HD4500

Технические характеристики сканеров

	Riegl			Leica (CIRAX)		
	LMS-Z210i	LMS-Z360i	LMS-Z420i	HD2500	HD3000	HD4500
Измеряемые расстояния (m)	4 - 400	1 - 200	2 - 800			
Поле зрения: - горизонтальное - вертикальное	360° 80°	360° 90°	360° 80°	40° 40°	360° 270°	360° 310°
Угловые интервалы	0.01°	0.01°	0.008°			
Угловая точность	0.005°	0.002°	0.002°			
Линейная точность (для расстояния 50 m)	15 mm	6 mm	5 mm	6 mm	6 mm	6 mm
Скорость сканирования (точек в секунду)	12000	12000	12000			500000

Примеры лазерного сканирования



Скульптура Мухиной «Рабочий и колхозница»

