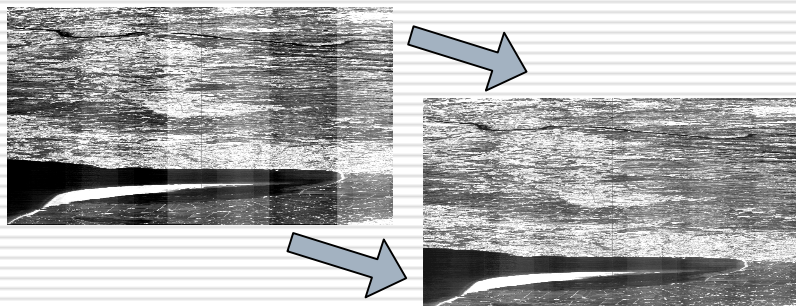
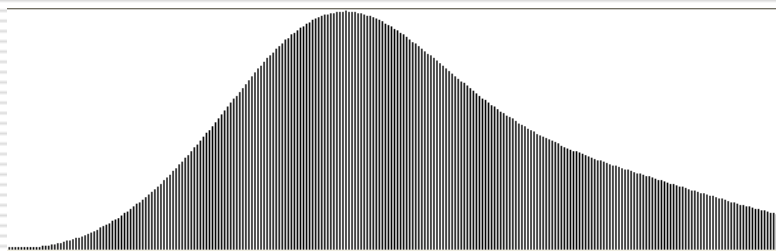
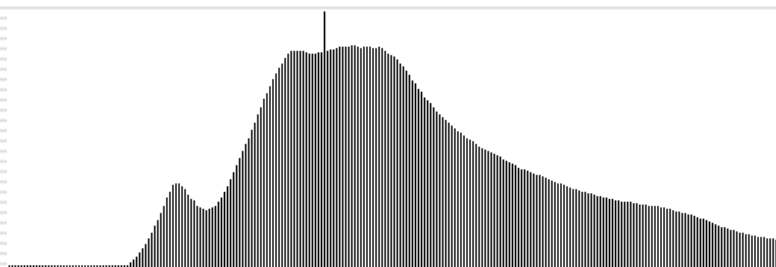

Оценка отношения «сигнал/шум» опτικο- электронных приборов по изображениям земной поверхности

Зенин В.А., Князьков П.А.
Рязанский государственный радиотехнический университет

Влияние шума на статистические характеристики изображения

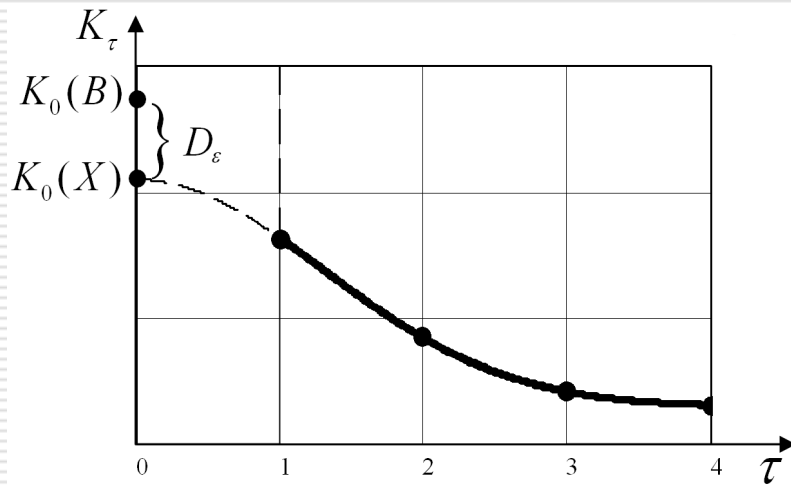


В качестве модели шума используется модель аддитивного независимого шума

Добавление шума увеличивает дисперсию сигнала $D_B = D_X + D_\epsilon$

- снижается потенциальная различимость объектов
- различие шума между фотоприемниками приводит к неточности коррекции структурных искажений
- повышается вероятность сбоев в задачах, связанных с корреляционным анализом

Классический подход к определению дисперсии шума видеоданных



$$K_\tau = ae^{-c\tau^2} \text{ с параметрами}$$

$$K_\tau = a + c\tau^2 \text{ с параметрами}$$

$$K_\tau = \frac{a}{1+c\tau^2} \text{ с параметрами}$$

Шум отдельного фотоприемника определяется как разность дисперсии кодов яркости столбца и значения АКФ в точке 0, прогнозируемого по значениям АКФ в точках 1, 2, 3, ...

$$\text{Дисперсия шума находится как: } D_\varepsilon = \hat{K}_0 - a$$

Можно использовать следующие модели АКФ:

$$c = \frac{1}{3} \ln \frac{K_1}{K_2}, \quad a = \sqrt[3]{\frac{K_1^4}{K_2}}$$

$$a = \frac{1}{3} (4\hat{K}_1 - \hat{K}_2), \quad c = \frac{1}{3} (-\hat{K}_1 + \hat{K}_2)$$

$$a = \frac{3\hat{K}_2\hat{K}_1}{4\hat{K}_2 - \hat{K}_1}, \quad c = \frac{\hat{K}_1 - \hat{K}_2}{4\hat{K}_2 - \hat{K}_1}$$

Подход к оценке дисперсии шума по разностному изображению

Для изображений с небольшим уровнем шума справедливо соотношение: $K_0(B) \approx K_0(X); D_\varepsilon \ll K_0(X)$

Из-за этого методическая погрешность прогноза обусловленная ограниченностью выборки и составляющая 5-7%, приводит к погрешности оценки дисперсии шума 60-90%

Принцип формирования разностного изображения:

$$z(m, n) = b(m, n) - b(m-1, n), m = \overline{2, M}, n = \overline{1, N}$$

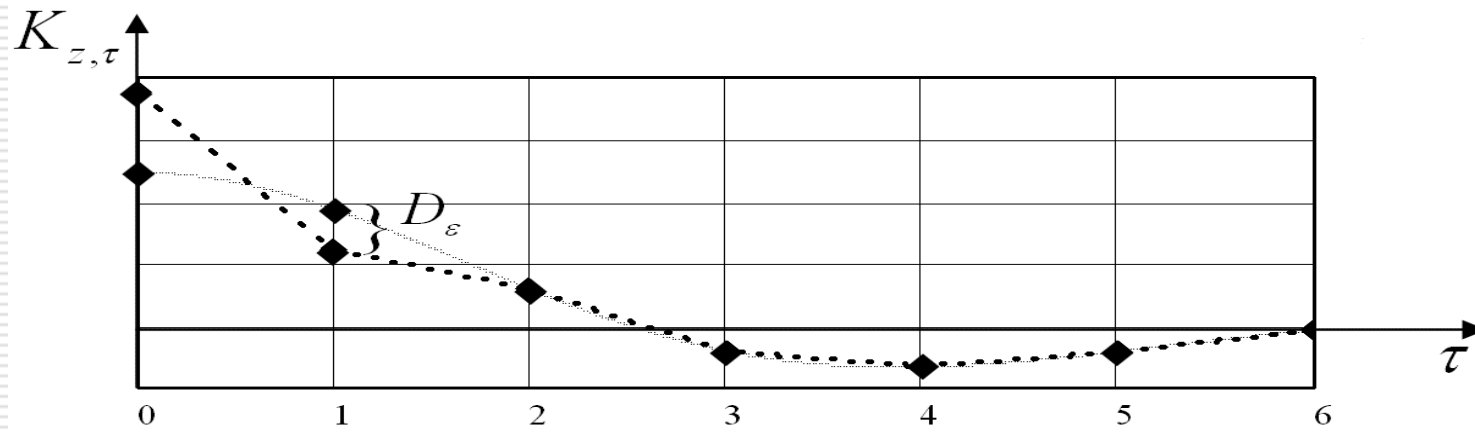
Шумовая компонента оказывает влияние на два отсчета АКФ разностного изображения:

$$\hat{K}_{z,0} = K_{z,0} + 2D_\varepsilon, \quad \hat{K}_{z,1} = K_{z,1} - D_\varepsilon, \\ \hat{K}_{z,2} = K_{z,2}, \quad \hat{K}_{z,3} = K_{z,3}$$

АКФ разностной видеопоследовательности является второй производной АКФ исходной видеопоследовательности с обратным знаком

$$K_{z,\tau} = -(K_{\tau-1} - 2K_\tau + K_{\tau+1})$$

Модели АКФ разностного изображения



Модель АКФ $K_{z,\tau} = a + c\tau^2 + d\tau^4$

Формула оценки дисперсии шума

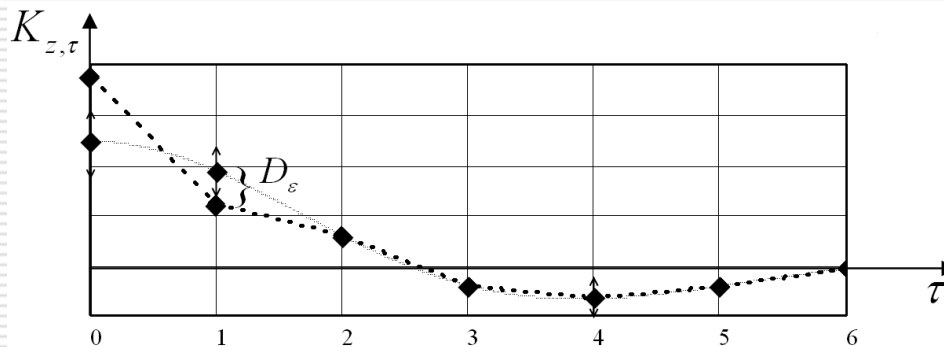
$$D_\varepsilon = \frac{1}{35} (10\hat{K}_{z,0} - 15\hat{K}_{z,1} + 6\hat{K}_{z,2} - \hat{K}_{z,3})$$

Модель АКФ $K_{z,\tau} = a + c\tau^2$

Формула оценки дисперсии шума

$$D_\varepsilon = \frac{1}{10} (3\hat{K}_{z,0} - 4\hat{K}_{z,1} + \hat{K}_{z,2})$$

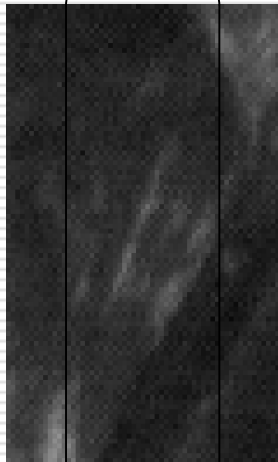
Оценка точности



$$\frac{\partial a}{\partial \Delta_D} = -2, \quad \frac{\partial c}{\partial \Delta_D} = \frac{5}{2}, \quad \frac{\partial d}{\partial \Delta_D} = -\frac{5}{6}$$

$$\frac{\partial K_{z,4}}{\partial \Delta_D} = \frac{\partial a}{\partial \Delta_D} + 16 \frac{\partial c}{\partial \Delta_D} + 256 \frac{\partial d}{\partial \Delta_D} = -154$$

N столбцов



$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(K_{z,4}^i - \bar{K}_{z,4}^i \right)^2}$$

$$K_{z,4}^i = a_i + 16c_i + 256d_i$$

$$\Delta_D = -\frac{1}{154} \Delta_4 \quad \sigma_D = \frac{1}{154} \sigma_4$$

При обработке натуральных данных получены результаты:

- При анализе исходного изображения $\sigma_D \approx 0,60 - 0,75$ $D_\epsilon > 5 - 6$
- При анализе разностного изображения $\sigma_D \approx 0,30 - 0,35$ $D_\epsilon > 2$

Оценка дисперсии шума на реальном изображении

