



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ, КАДАСТРА И КАРТОГРАФИИ



ФГБУ «ЦЕНТР ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ  
И ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ»

## Оценка контраста цифровых аэрофото- и КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

«ОТ СНИМКА К КАРТЕ: цифровые фотограмметрические технологии»

16-я Международная научно-техническая конференция

12-18 ноября 2016, Агра, Индия

*С.А. Кадничанский*

*Тел. (495)456-91-47*

*e-mail : [kadnichanskiy\\_sa@nsdi.rosreestr.ru](mailto:kadnichanskiy_sa@nsdi.rosreestr.ru)*

## Что такое контраст изображения?

*Краткий фотографический словарь. Под общей редакцией А.А.Лапаури и В.И.Шеберстова. – М.: Искусство. – 1956.:*

Контраст изображения визуальный – зрительное восприятие разницы между светлыми и темными участками изображения

## Что такое контраст изображения?

*Цифровая картография и геоинформатика. Краткий терминологический словарь:*

Контраст – соотношение светлых темных частей наблюдаемого изображения

Что такое контраст **цифрового** изображения?

Т.к. значения пикселей цифрового снимка и цифрового изображения вообще представляют собой числа, характеризующие яркости элементов дискретизации изображения, то

**контраст конкретного снимка может быть легко (автоматически) оценен численно и является одной из статистических характеристик цифрового изображения**

## Почему важна эта характеристика?

Визуальное восприятие деталей изображения, а следовательно, дешифровочные качества зависят не только от номинальной разрешающей способности, но и контраста изображения, т.к. минимальный контраст, при котором глаз может различать соседние детали, ограничен порогом контрастной чувствительности глаза.

## Почему важна оценка контраста изображения?

Дешифровочные качества изображения зависят от:

- номинальной разрешающей способности,
- контраста изображения.

минимальный контраст, при котором глаз может различать соседние детали, ограничен **порогом контрастной чувствительности глаза**.

Численное значение контраста используется в алгоритмах автоматической оценки фактической разрешающей способности цифрового снимка.

## Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка \*?

- *J.Albertz, M.Wiggenhagen. Guide for Photogrammetry and Remote Sensing. 5th completely revised and extended edition, 2009.*
- *А.С. Кучко. Аэрофотография. Основы и метрология. – М.: Недра, 1974*

$$K = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max} + D_{\min}}$$

К – безразмерная величина, изменяется от 0 до 1

$D_{\max}$  и  $D_{\min}$  – максимальное и минимальное значение пикселей изображения

Такое же выражение приводится в стандарте ***Аэрофотоаппаратура и аэрофотографирование. Термины и определения. ГОСТ 23935-79*** для численного выражения контраста и в качестве его определения

---

\* Далее будут рассматриваться панхроматические изображения

Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

$$K = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max} + D_{\min}}$$

Для разрядности 8 бит на пиксель (для цветового компонента)

$$D_{\max} = 255 \quad D_{\min} = 0$$



$$K = 1$$

$$D_{\max} = 1 \quad D_{\min} = 0$$



$$K = 1$$



Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

$$K = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max} + D_{\min}}$$

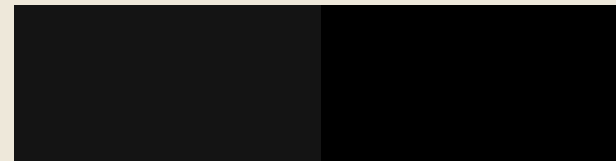
Для разрядности 8 бит на пиксель (для цветового компонента)

$$D_{\max} = 255 \quad D_{\min} = 1$$



$$K = 0,99$$

$$D_{\max} = 20 \quad D_{\min} = 1$$



$$K = 0,90$$

Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

$$K = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max} + D_{\min}}$$

Для разрядности 8 бит на пиксель (для цветового компонента)

$$D_{\max} = 255 \quad D_{\min} = 127$$



$$K = 0,33$$

$$D_{\max} = 129 \quad D_{\min} = 1$$



$$K = 0,98$$

## Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

- Р.А. Шовенгердт. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010.

$K_{\text{ДИАП}} = D_{\text{max}} - D_{\text{min}}$	выражается в единицах значений пикселей $K_{\text{ДИАП}(\text{max})} = 255$
* $K_{\text{ОТН}} = \frac{D_{\text{max}}}{D_{\text{min}}}$	безразмерная величина, не применимо при $D_{\text{min}} = 0$ $K_{\text{ОТН}(\text{max})} = 255$
$K_{\text{СТД}} = \sigma_D$	выражается в единицах значений пикселей $K_{\text{СТД}(\text{max})} = 127,5$

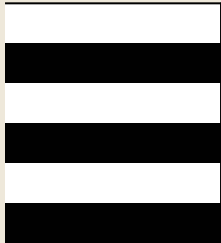

$\sigma_D$  - стандартное отклонение;

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (D_k - D_{\text{средн}})^2}{N}}$$

\* Л. Ф. Артюшин. Контраст фотографического изображения // Фотокинетика: Энциклопедия / Главный редактор Е. А. Иофис — М.: Советская энциклопедия, 1981.

А.С. Кучко. Аэрофотография. Основы и метрология. – М.: Недра, 1974

## Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

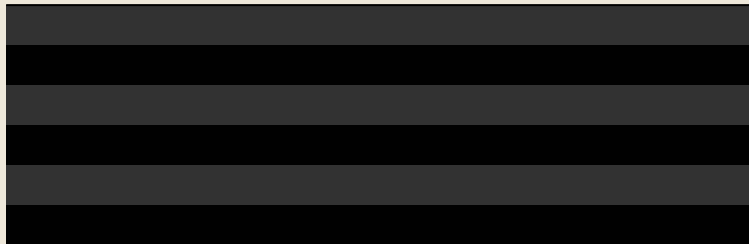
	$D_{\max} = 255$ $D_{\min} = 1$ 	$D_{\max} = 255$ $D_{\min} = 2$ 
$K_{\text{ДИАП}} = D_{\max} - D_{\min}$	$K_{\text{ДИАП}(\max)} = 254$	$K_{\text{ДИАП}(\max)} = 253$
$K_{\text{ОТН}} = \frac{D_{\max}}{D_{\min}}$	$K_{\text{ОТН}(\max)} = 255$	$K_{\text{ОТН}(\max)} = 127.5$
$K_{\text{СТД}} = \sigma_D$	$K_{\text{СТД}(\max)} = 127$	$K_{\text{СТД}(\max)} = 126,5$

## Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

- В.Я. Михайлов. *Аэрофотография и общие основы фотографии*. – М.: Издательство геодезической литературы, 1959.
- А.С. Кучко. *Аэрофотография. Основы и метрология*. – М.: Недра, 1974

$$K = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max}}$$

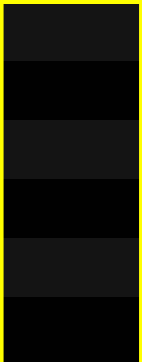

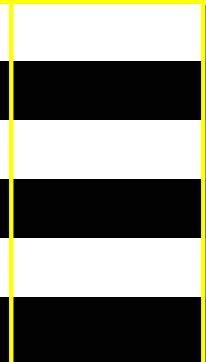


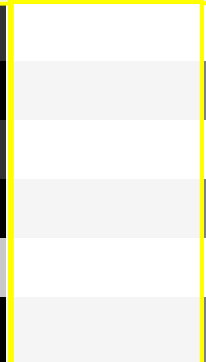


**K – безразмерная величина,  
изменяется от 0 до 1**



$D_{\max} = 50, D_{\min} = 1$     **K = 0,98**

$D_{\max} = 255, D_{\min} = 2$     **K = 0,99**

## Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

								
Max	20,000	255,000	255,000	50,000	200,000	255,000	255,00	129,000
Min	1,000	1,000	2,000	1,000	1,000	245,000	127,00	1,000
<b>K= <math>\sigma</math></b>	<b>9,500</b>	<b>127,000</b>	<b>126,500</b>	<b>24,500</b>	<b>51,162</b>	<b>5,000</b>	<b>64,00</b>	<b>64,000</b>
K=1-Dmin/Dmax	<b>0,950</b>	<b>0,996</b>	<b>0,992</b>	<b>0,980</b>	<b>0,995</b>	<b>0,980</b>	0,75	0,504
<b>K= Dmax-Dmin</b>	<b>19,000</b>	<b>254,000</b>	<b>253,000</b>	<b>49,000</b>	<b>199,000</b>	<b>10,000</b>	<b>128,00</b>	<b>128,000</b>
K= Dmax/Dmin	20,000	<b>255,000</b>	<b>127,500</b>	50,000	200,000	1,041	<b>2,01</b>	<b>129,000</b>
K=(Dmax-Dmin)/(Dmax+Dmin)	<b>0,905</b>	<b>0,992</b>	<b>0,984</b>	<b>0,961</b>	<b>0,990</b>	0,020	<b>0,34</b>	<b>0,985</b>

Наиболее адекватный результат характерен для **K=  $\sigma$**  и **K= Dmax-Dmin**  
 Но это не безразмерные ненормированные величины

## Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

Предлагается использовать показатели:

$$K_L = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{G - 1}$$

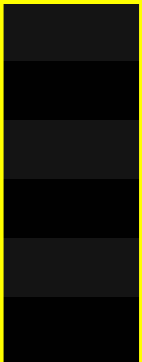
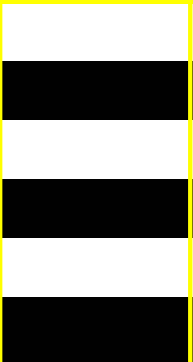
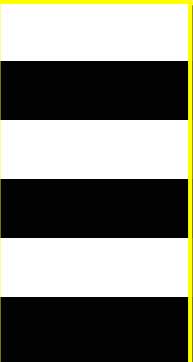


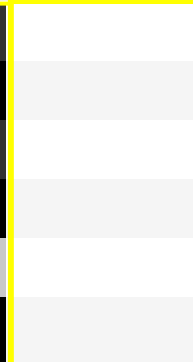
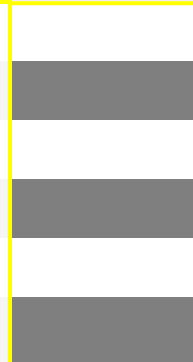
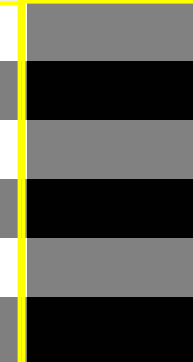
$$K_S = \frac{2\sigma_D}{G - 1} \quad \text{для общей статистической оценки контраста изображения}$$

где  $G$  - максимально возможное число градаций для используемой разрядности, например, 256 для 8 бит на пиксель/цвет

**Преимущества:**

**наиболее адекватно отражают контраст, безразмерны, нормированы**

## Как выражается контраст через значения пикселей цифрового снимка?

								
Max	20,000	255,000	255,000	50,000	200,000	255,000	255,00	129,000
Min	1,000	1,000	2,000	1,000	1,000	245,000	127,00	1,000
<b><math>K = 2\sigma / (G-1)</math></b>	<b>0,075</b>	<b>0,996</b>	<b>0,992</b>	<b>0,192</b>	<b>0,401</b>	<b>0,039</b>	<b>0,50</b>	<b>0,502</b>
$K = 1 - D_{min} / D_{max}$	<b>0,950</b>	<b>0,996</b>	<b>0,992</b>	<b>0,980</b>	<b>0,995</b>	<b>0,980</b>	0,75	0,504
<b><math>K = (D_{max} - D_{min}) / (G-1)</math></b>	<b>0,075</b>	<b>0,996</b>	<b>0,992</b>	<b>0,192</b>	<b>0,780</b>	<b>0,039</b>	<b>0,50</b>	<b>0,502</b>
$K = D_{max} / D_{min}$	20,000	<b>255,000</b>	<b>127,500</b>	50,000	200,000	1,041	<b>2,01</b>	<b>129,000</b>
$K = (D_{max} - D_{min}) / (D_{max} + D_{min})$	<b>0,905</b>	<b>0,992</b>	<b>0,984</b>	<b>0,961</b>	<b>0,990</b>	0,020	<b>0,34</b>	<b>0,985</b>

Наиболее адекватный результат характерен для  **$K = 2\sigma / (G-1)$**  и  **$K = (D_{max} - D_{min}) / (G-1)$**   
 - **безразмерные нормированные величины**



## Локальный контраст

- соотношение яркости светлых и темных **смежных** частей наблюдаемого изображения

Для оценки локального контраста целесообразно использовать показатель:

$$K_L = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{G - 1} ,$$

применяя его к пикселям яркостных переходов

# Примеры

Снимок БКА

max	229
min	14
$K=(\max+1)/(\min+1)$	15,3
$K=(\max-\min)/(\max+\min)$	0,88
$K=2\sigma/(G-1)$	0,11
$K=(\max-\min)/(G-1)$	0,84
$K=(\max-\min)/(G-1)$ локальный - среднее значение по 2000 яркостных переходов	0,34



# Примеры

Снимок Ресурс П1

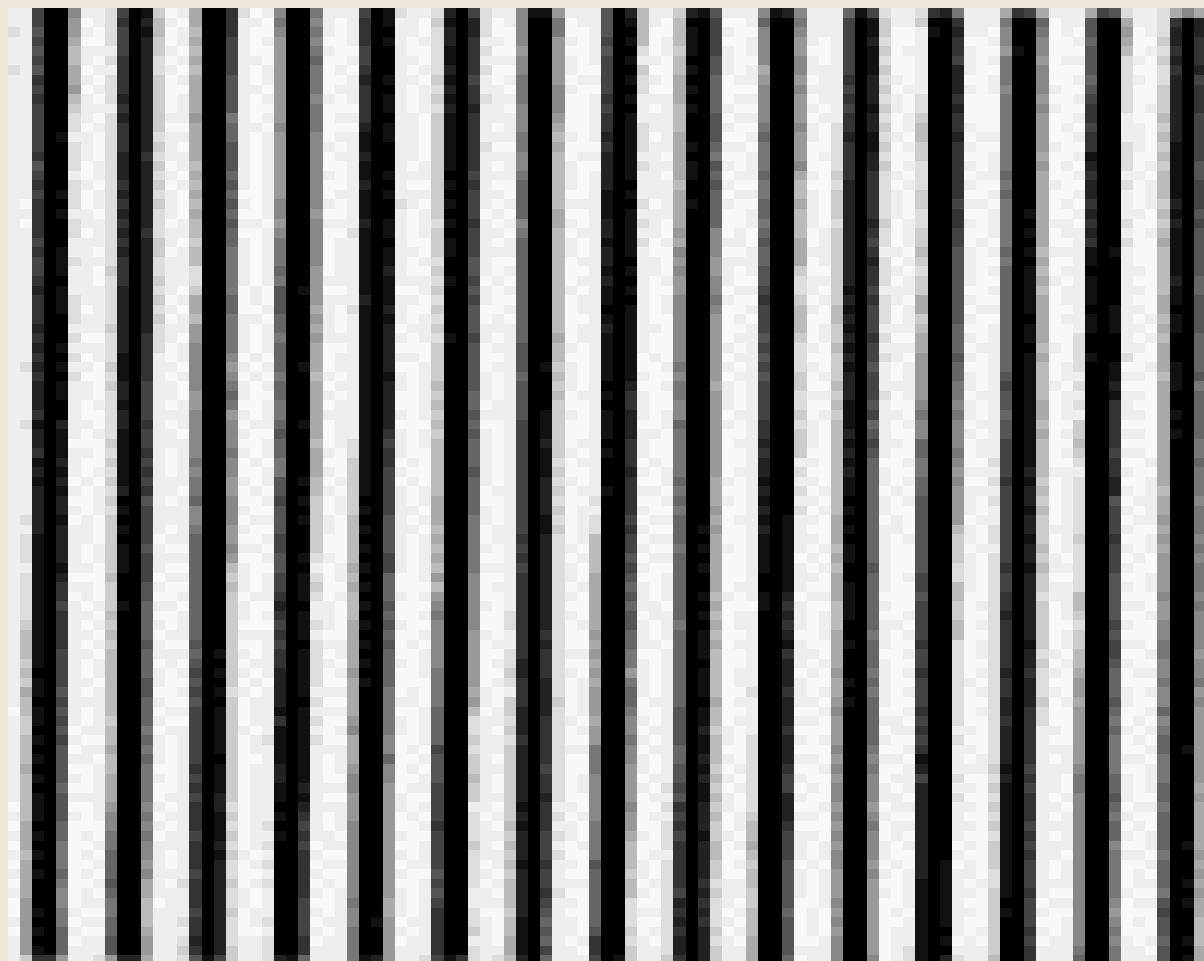
<b>max</b>	255
<b>min</b>	0
<b><math>K=(max+1)/(min+1)</math></b>	256
<b><math>K=(max-min)/(max+min)</math></b>	1,00
<b><math>K=2\sigma/(G-1)</math></b>	0,37
<b><math>K=(max-min)/(G-1)</math></b>	1,0
<b><math>K=(max-min)/(G-1)</math></b> локальный - среднее значение по 2000 яркостных переходов	0,60



# Примеры

Снимок мира

max	248
min	2
$K=(\max+1)/(\min+1)$	83
$K=(\max-\min)/(\max+\min)$	0,984
$K=2\sigma/(G-1)$	0,840
$K=(\max-\min)/(G-1)$	0,965
$K=(\max-\min)/(G-1)$ локальный - среднее значение по 2000 пограничных переходов	0,95



# Примеры

Снимок мира

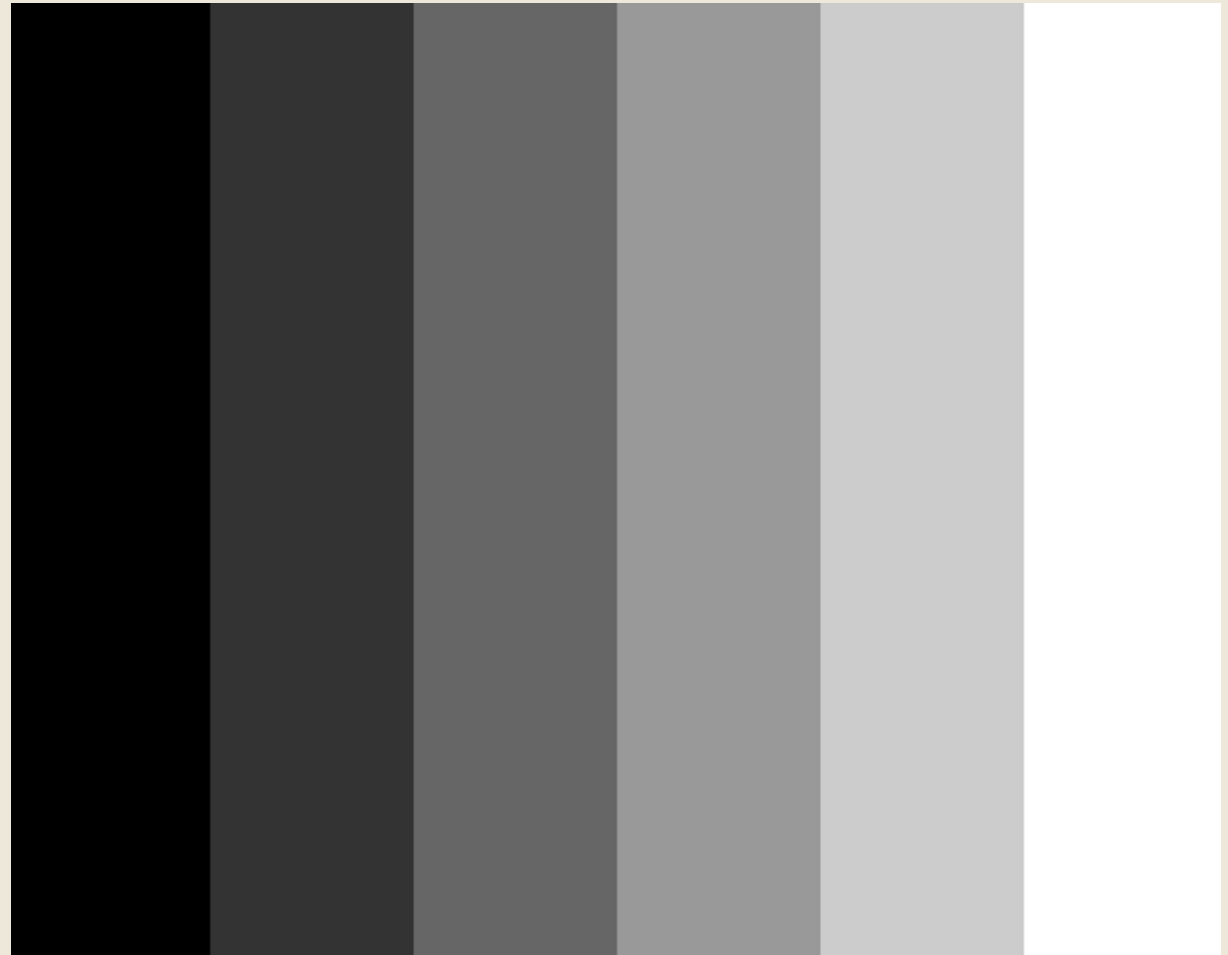
max	20
min	2
$K=(\max+1)/(\min+1)$	7
$K=(\max-\min)/(\max+\min)$	0,818
$K=2\sigma/(G-1)$	0,056
$K=(\max-\min)/(G-1)$	0,071
$K=(\max-\min)/(G-1)$ локальный - среднее значение по 2000 яркостных переходов	0,067



# Примеры

## Макетная таблица

max	255
min	0
$K=(max+1)/(min+1)$	256
$K=(max-min)/(max+min)$	1,000
$K=2\sigma/(G-1)$	0,683
$K=(max-min)/(G-1)$	1,000
$K=(max-min)/(G-1)$ локальный - среднее значение по 2000 яркостных переходов	0,2



## Выводы

- В качестве общей оценки контраста по всему полю цифрового изображения целесообразно использовать безразмерный нормированный показатель

$$K_S = \frac{2\sigma_D}{G-1}$$

- Для оценки локального контраста наиболее эффективен безразмерный нормированный показатель

$$K_L = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{G-1}$$

Этот показатель также может использоваться для оценки дешифровочных свойств цифровых снимков в целом, если его вычислять по множеству яркостных переходов.

Спасибо за внимание