Научно-конструкторское управление «Космос»

Проблема использования параметра GSD при сравнении съёмочной аппаратуры ДЗЗ из космоса

Н. О. Старосотников, К. А. Альхимович
ОАО «Пеленг», Минск, Беларусь

1 GSD vs ЛРМ/NIIRS

- $GSD = pix \cdot R / f$

pix – размер пикселя фотоприёмника
R – дальность до объекта съёмки
f – фокусное расстояние объектива

- NIIRS (National Imagery Interpretability Rating Scale) – шкала оценки интерпретируемости изображений:
  - GIQE (General Image Quality Equation) – уравнению качества изображения:
    - RER (Relative Edge Response) – относительная резкость краёв
      - MTF (Modulation Transfer Function) – функция передачи модуляции системы:
        - качество оптико-электронной системы, дифракция, атмосфера и динамические факторы съёмки («смаз» изображения)
    - SDNR (Signal Difference to Noise Ratio) – отношение разницы сигналов к шуму
    - G (Sharpening Filter Gain) – фильтр повышения резкости (в последней версии не используется)
    - H (Height Overshoot) – высота выброса на краях (в последней версии не используется)

Таблица 1. Шкала NIIRS в видимой области спектра

Уровень	Разрешение, м	Критерий
0	Очень плохое разрешение	Непригодно для использования
1	> 9	Обнаружение групп домов
2	4.5-9	Обнаружение зданий
3	2.5 – 4.5	Обнаружение крупногабаритных транспортных средств
4	1.2 – 2.5	Разрешение крупногабаритных транспортных средств
5	0.75 – 1.2	Идентификация крупногабаритных транспортных средств
6	0.40 – 0.75	Обнаружение людей на тротуарах (включая тени, отбрасываемые людьми)
7	0.20 – 0.40	Обнаружение наличия багажника на крыше автомобиля светлого цвета
8	0.10 – 0.20	Идентификация рук и ног человека
9	<0.1	Разрешение кистей / стоп конечностей человека

2 GIQEv3 vs GIQEv4 vs GIQEv5

GIQE v3:

$$NIIRS_3 = A + B \cdot \log(GSD_3) + C \cdot \log(RER_3) + D \cdot H + \frac{E \cdot G}{SDNR}$$

$(A, B, C, D, E)_3$ – константы

GIQE v4:

$$NIIRS_4 = \Phi(GSD_4)$$

$(A, B, C, D, E, F)_4$ – константы

GIQE v5:

$$NIIRS_5 = A + B \cdot \log(GSD_5) + C \cdot \left[1 - \exp\left(\frac{D}{SDNR}\right)\right] \cdot \log(RER_5) + E \cdot [\log(RER_5)]^4 + \frac{F}{SDNR}$$

$(A, B, C, D, E, F)_5$ – константы

3 Проблема

- Маркетинговый ход: GSD↓, масса↓, ЛРМ/NIIRS↑ (не указано)
- Цифровая обработка изображений: GSD↓, ЛРМ/NIIRS=const

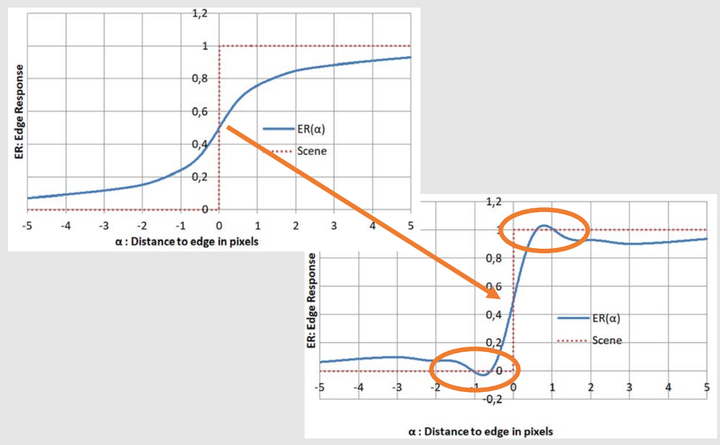


Рис. 1. Порог избыточного повышения резкости краёв [2]

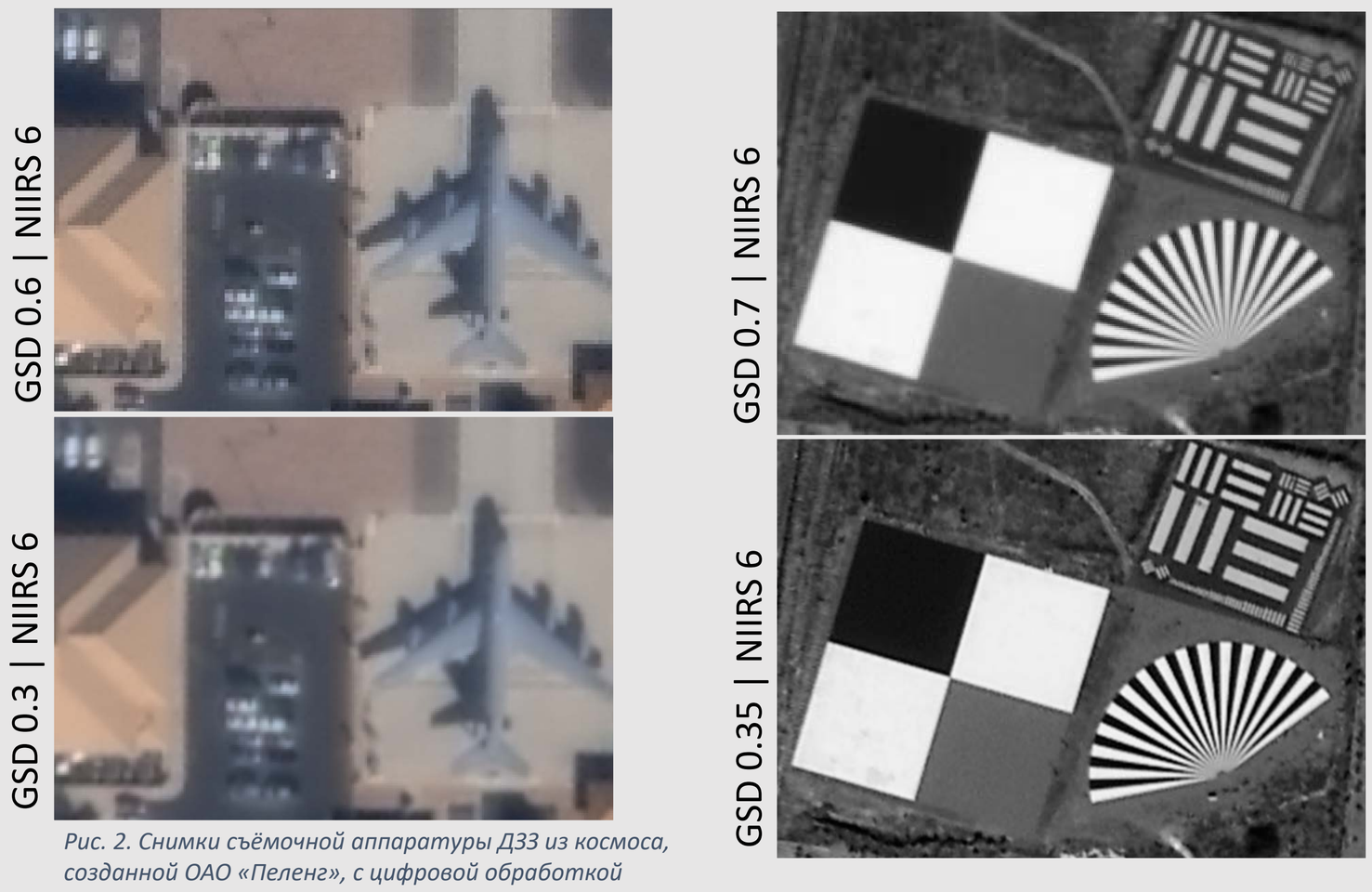


Рис. 2. Снимки съёмочной аппаратуры ДЗЗ из космоса, созданной ОАО «Пеленг», с цифровой обработкой

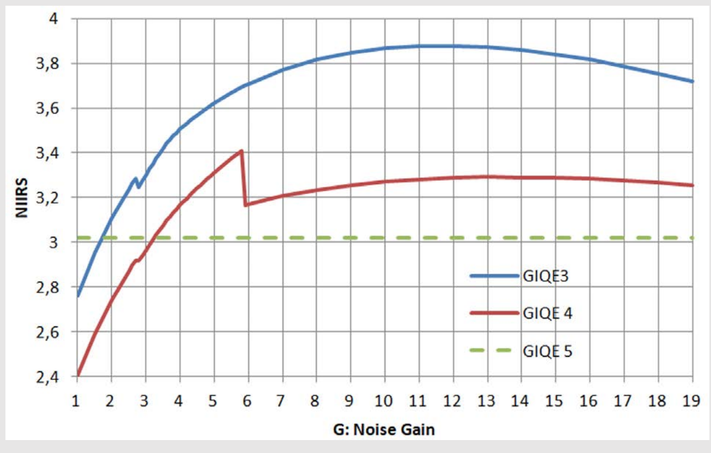


Рис. 3. Сравнение NIIRS разных версий GIQE [2]

4 Решение

- Указание ЛРМ/NIIRS
- Указание версии GIQE
- Использование GIQE v5
- Визуальный анализ тестовых полигонов (шпальных и радиальных мир, участков с равномерным альбедо)

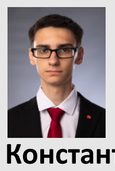
Литература

1. ГОСТ Р 59475–2021.
2. Valenzuela, A. Q. Comparative Study of The Different Versions of the General Image Quality Equation / A. Q. Valenzuela, J. C. G Reyes // ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., 10–14 June 2019, Enschede, The Netherlands: Copernicus Publications. – 2019. – Vol. IV-2/W5. – P. 493–500.
3. Lemaster, Daniel A.. Airborne Validation of the General Image Quality Equation 5 / Daniel A. Lemaster // Appl. Opt., – 2020. – 59(32). P. 9978–9984.
4. WorldView Legion® Datasheet // Vantor Holdings Inc. – VTR-DS-WORLDVIEW LEGION 10/25. – 2025.
5. Gen-3 imagery Product Specification / Victoria Sychelles // BlackSky. – April 2026 (Version 4.6) | Gen-3 | 5 Oct 2025.

Авторы



Николай Олегович Старосотников
ведущий инженер-исследователь, кандидат технических наук
starasotnikau@peleng.by



Константин Александрович Альхимович
инженер-исследователь
alhimovichkosta@gmail.com