

---

УДК 004.932

С.И. Березина, К.В. Блиничкин

*Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТБРАКОВКИ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*В статье проведен анализ методов оценки качества изображения и определена степень их адекватности для применения в алгоритмах автоматической отбраковки данных. Построены математические модели качественных характеристик изображений. Сформулированы критерии отбраковки данных с учетом возможных методов повышения качества снимков.*

**Ключевые слова:** *качественные характеристики изображения, яркость снимка, тоновая насыщенность, резкость изображения.*

### **Введение**

Основная часть задач геоинформационных систем (ГИС) связана с обработкой данных дистанционного зондирования Земли. При этом к получаемым данным выдвигаются требования по достоверности, оперативности и качеству. В связи с этим, происходит постоянное усовершенствование как специализированной фото- и видео- съёмочной аппаратуры, так и ее носителей. И как следствие, происходит увеличение потока информации. Так как процесс съемки сопровож-

дается влиянием неблагоприятных факторов, таких как движение и вибрация съёмочной аппаратуры, ненормированные условия освещённости, искажения, вызванные плотными слоями атмосферы, помехи при передаче данных и т.д., то перед дальнейшим использованием, должен быть проведен анализ и предварительная обработка полученной информации, отбракованы некачественные данные. Использование при этом оператора-дешифровщика, приводит к большим временным затратам и внесению субъективных ошибок, связанных с квалификацией эксперта.

Следовательно, становится актуальной задача автоматизации процесса анализа полученных снимков, формировании критериев отбраковки и выдачи рекомендаций по методике повышения качества данных. При построении математической модели подсистемы отбраковки снимков, которая обеспечит требования к исходным данным при создании гео-моделей, необходимо провести аналитический обзор методов оценки качества изображения и определить степень их адекватности.

### 1. Критерии оценки качества снимков

Зачастую при дешифрировании данных ДЗЗ глаз человека является конечным звеном, которое воспринимает информацию для анализа. Эффективность восприятия этой информации человеком зависит от многих факторов. Поэтому очевидно, что при разработке системы необходимо учитывать психо-физические аспекты человеческого зрения. При анализе изображения рассматривались следующие характеристики: яркость, цветовой тон, насыщенность и резкость. Следовательно, вся обучающая выборка сгруппирована на следующие классы:

- 1) качественные снимки;
- 2) некачественные снимки по следующим критериям:
  - неудовлетворительная яркость;
  - малоконтрастные;
  - недостаточная резкость.

#### 1.1 Оценка яркости снимка

Яркость изображения можно выразить как среднюю яркость всех пикселей. Яркость пикселя вычисляется  $Y_p$  по формуле:

$$Y_p = \frac{1}{3}(R_p + G_p + B_p),$$

где  $R_p, G_p, B_p$  – интенсивности красной, зеленой и синей составляющей пикселя.

Математическое ожидание яркости  $Y$  всего изображения соответственно равно

$$Y = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N \frac{1}{3}(R_p + G_p + B_p),$$

где  $N$  – общее количество пикселей на изображении.

Данное выражение характеризует физическую яркость изображения. Но, поскольку чувствительность человеческого глаза к разным частям спектра неодинакова (рис. 1), яркость цветного пикселя будет восприниматься субъективно в зависимости от его тональных характеристик.

С учетом этих особенностей Федеральная комиссия связи разработала рекомендации расчета яркости изображения:

$$Y_s = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N (0.299 \cdot R_p + 0.587 \cdot G_p + 0.114 \cdot B_p).$$

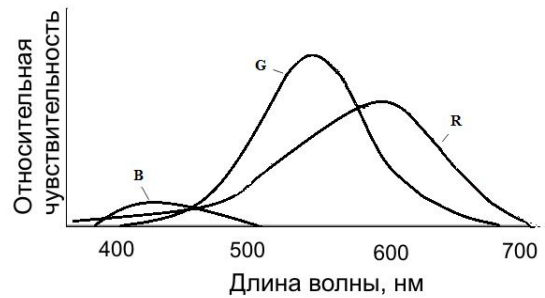


Рис. 1. Чувствительность глаза человека к различным частям спектра

Оценка как физической ( $Y$ ), так и видимой ( $Y_s$ ) яркости изображения представлена в абсолютных величинах. Перейти к относительным величинам можно разделив значение яркости на максимально возможное значение яркости  $Y_{max} = 255$ :

$$Y_{rel} = \frac{Y_s}{Y_{max}}.$$

Тогда  $Y_{rel}$  будет лежать в диапазоне  $[0,1]$ . Значение 0 будет соответствовать абсолютно чёрному изображению, а значение 1 – абсолютно белому. На рисунке 2 представлен график распределения значений относительной яркости  $Y_{rel}$  3-х групп снимков (а – соответствует группе снимков сделанных при пониженной освещенности сцены, b – нормальная освещенность, с – высокая освещенность).

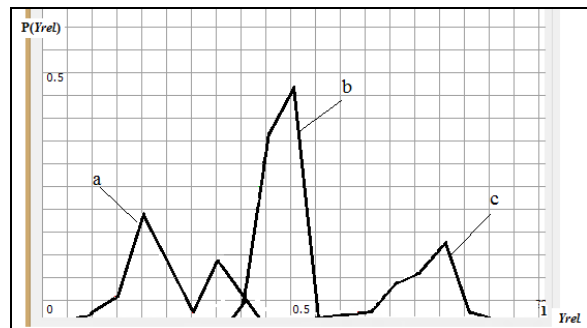


Рис. 2. Распределение показателя относительной яркости снимка: а - недостаточная освещенность сцены, b – нормальная освещенность сцены, с – высокая освещенность

Как видно из рис. 2 значения относительной яркости всех снимков сделанных в условиях нормальной освещенности лежат в интервале от 0.3 до 0.55.

Однако данный параметр не может служить достаточным критерием при оценке качества снимков, так как известно много примеров, когда предмет с одинаковой интенсивностью излучения всех точек не воспринимается как объект, имеющий равномерную яркость.

#### 1.2 Оценка тоновой насыщенности снимка

Тоновая насыщенность — это отличие цвета от ахроматического при их одинаковой яркости. Если

два объекта съемки с одинаковыми спектральными плотностями наблюдать при одинаковых условиях освещенности, их цветовой тон будет одинаковым.

В RGB-кубе тоновую насыщенность пикселя  $h_p$  можно выразить как расстояние до диагонали ахроматических цветов:

$$h_p = \sqrt{R_p^2 + G_p^2 + B_p^2 - \frac{(R_p + G_p + B_p)^2}{3}}$$

Для всего изображения оценка тоновой насыщенности может быть выражена как среднее значение тоновой насыщенности для всех пикселей:

$$h = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N h_p$$

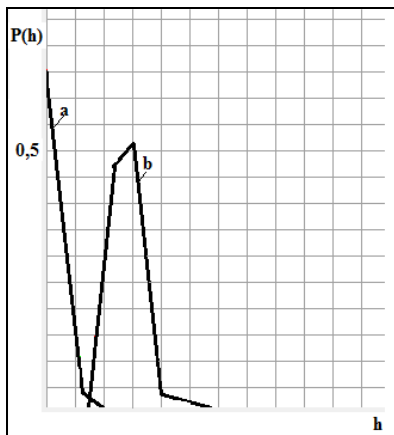


Рис. 3. Распределение показателя тоновой насыщенности

На рис. 3 чётко видны два класса: а – класс снимков с пониженной тоновой насыщенностью, б – снимки, с нормальной тоновой насыщенностью. Показатель тоновой насыщенности снимков отнесенных к классам малоконтрастных и с неудовлетворительной яркостью не превышает 20, в то время для класса качественных изображений варьируется от 19 до 45 в зависимости от содержания сцены.

Как и для случая оценки яркости, можно взять два таких источника света с разными спектральными плотностями, которые будут восприниматься как имеющие одинаковый цветовой тон (такие два излучения называются метамерической парой.) Следовательно, данная мера не является достаточной.

### 1.3 Оценка контраста изображения

Контраст - это градационная характеристика черно-белого или цветного изображения по различию в светлоте (насыщенности цвета) его наиболее ярких и наиболее темных участков.

В 1970 г. В.Ф. Нестерук и Н.Н. Порфирьева предложили контрастный закон восприятия света

$$\sigma_{ij} = \frac{F_i^{2\gamma} - F_j^{2\gamma}}{F_i^{2\gamma} + F_j^{2\gamma}},$$

где  $\sigma_{ij}$  – приведенный сигнал ощущения;  $F_i, F_j$  – яркость элементов изображения.  $\gamma$  – параметр, характеризующий физиологические свойства конкретного объекта.

Выражение является контрастом внешних действий по отношению к уровню начальной адаптации и характеризуется ограниченностью изменения контраста на промежутке  $[0, 1]$  и безграничным количеством условий достижения его максимума. С целью устранения многозначности условий, при которых достигается максимальное значение контраста, неравноправности влияния яркостей на контраст, Р.А. Воробель в 1999 году предложил линейное описание локальных контрастов:

$$C = \frac{F_i - F_j}{F_{max}}$$

где  $F_i, F_j$  – яркость элементов изображения,  $F_i, F_j \in [0, F_{max}]$ ;  $F_{max}$  - максимальное значение величины яркости элементов изображения.

Особенность этого выражения состоит в том, что оно обеспечивает максимальное значение локального контраста только в том случае, когда одна из яркостей имеет минимально возможное значение, а другая - максимальное.

С изменяется в диапазоне  $[0, 1]$  Значение 0 соответствует однотонному изображению, значение 1 – максимально контрастному. Проводя усреднение матрицы локальных контрастов, получают суммарный контраст. Полученный результат может быть использован как один из параметров оценки визуального качества изображения. Критерием оценки контраста изображения также может служить ширина диапазонов используемых значений яркостей  $\Delta$ .

$$\Delta_R = R_{max} - R_{min};$$

$$\Delta_G = G_{max} - G_{min};$$

$$\Delta_B = B_{max} - B_{min},$$

где  $\Delta_R, \Delta_G, \Delta_B$  - ширина диапазонов красной, зелёной и синей спектральных составляющих;  $R_{max}, G_{max}, B_{max}$  - максимальные значения яркостей в каждом из спектральных диапазонов;  $R_{min}, G_{min}, B_{min}$  – минимальные значения яркостей в каждом из спектральных диапазонов.

Для слабоконтрастных изображений (рис. 4, 5) более 80 % значений яркости пикселей сосредоточены в узком диапазоне. У высококонтрастного изображения гистограмма распределения яркости строго бимодальна, разница в их яркости — значительна, а наиболее вероятные значения яркости пикселя — возле границ диапазона.

Критерием оценки контрастности снимка может служить и дисперсия яркостей пикселей изображения. Для панхроматического снимка, дисперсия гистограммы распределения яркости будет иметь следующий вид:

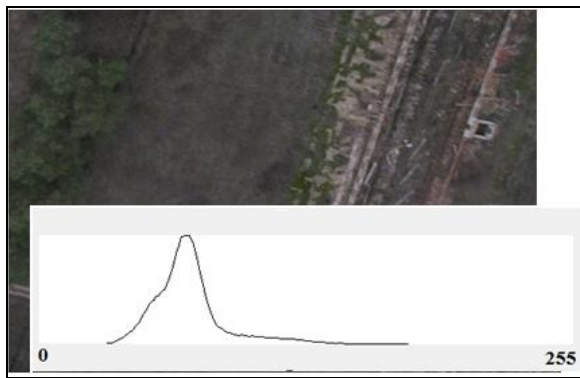


Рис. 4. Тёмное слабоконтрастное изображение



Рис. 5. Светлое слабоконтрастное изображение

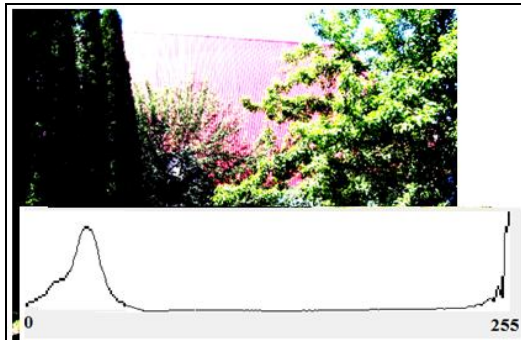


Рис. 6. Высококонтрастное изображение

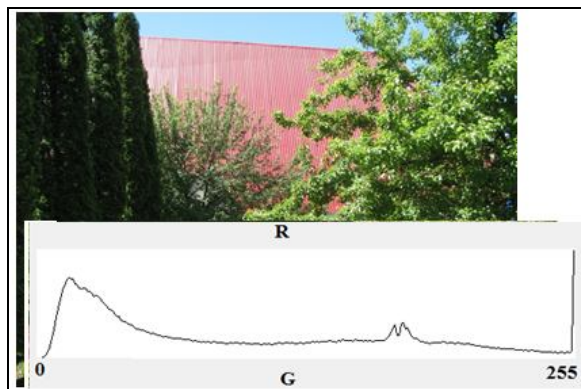


Рис. 7. Сбалансированное контрастное изображение

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M (F_{ij} - \bar{F})^2,$$

где  $N$  – количество пикселей снимка ( $K \times M$ );  $K$  – ширина изображения;  $M$  – высота изображения;  $\bar{F}$  – математическое ожидание яркости изображения;  $F_{ij}$  – значение яркости пикселя.

Более сложный случай представляет тоновая контрастность, когда цвета пикселей, конвертированные в оттенки серого, могут иметь одинаковую яркость, но визуально чётко различаться. В этом случае характеристикой тона служит расстояние в RGB кубе между пикселем изображения и ахроматической диагональю. В этом случае определяется «средний тон» пикселей для всего изображения по каждой спектральной составляющей:

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M R_{ij}; \quad \bar{G} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M G_{ij};$$

$$\bar{B} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M B_{ij}.$$

Расстояние в RGB кубе между пикселем изображения и «средним тоном» определяется как

$$d_{ij} = \sqrt{(R_{ij} - \bar{R})^2 + (G_{ij} - \bar{G})^2 + (B_{ij} - \bar{B})^2}.$$

В качестве оценки тоновой контрастности изображения используется среднее расстояние в RGB кубе между пикселями и «средним тоном»:

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M d_{ij}.$$

В RGB-кубе максимальное расстояние между двумя точками равно длине главной диагонали:

$$d_{\max} = \sqrt{3}R_{\max} = \sqrt{3}G_{\max} = \sqrt{3}B_{\max}.$$

Высокую тоновую контрастность будут иметь пиксели, расположенные на расстоянии

$$R_{\max}, G_{\max} \text{ или } B_{\max}.$$

На рис. 8 представлен график распределения значений тонового контраста 3-х групп снимков (а – соответствует группе качественных снимков, b – низкоконтрастных, c – высококонтрастных).

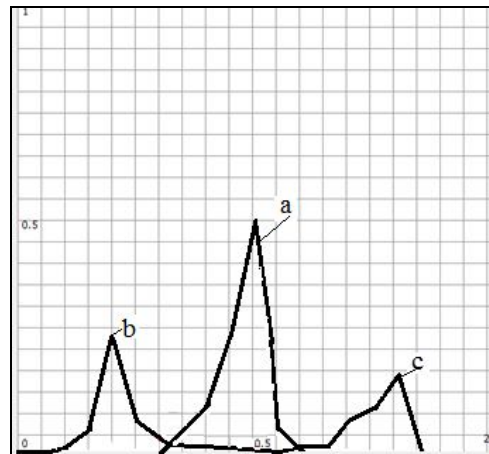


Рис. 8. Распределение показателя контрастности изображения

**1.4 Оценка размытости изображения**

В случае, когда некоторая точка лежит на границе объекта идеального изображения, происходит скачкообразное изменение яркости  $Y$  и/или цвета  $F$  соседних пикселей. Идеальное оборудование должно обеспечить вывод информации о смене цвета в элементе изображения таким образом, чтобы никакого промежутка между цветами не было. С физической точки зрения нерезкий переход можно рассматривать как диффузное смешение двух контрастных цветов. С точки зрения человеческого восприятия резкость - это наличие контура контрастного перехода (яркостного или тонового) между двумя соседними частями изображения. На рис. 9, а представлено резкое изображение, на рис. 9, б – тоже изображение, но размытое.

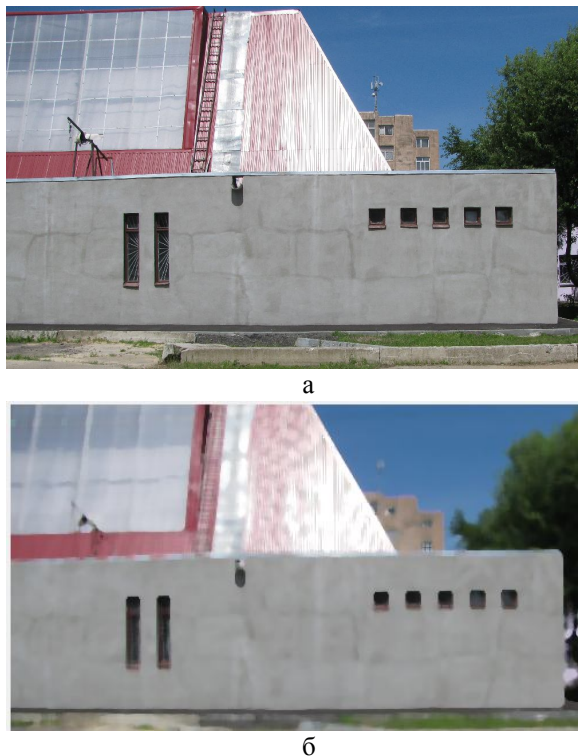


Рис. 9. Контрастный (а) и неконтрастный (б) переходы между цветами

В качестве меры резкости изображения  $S$  может быть использован угол наклона профиля яркости изображения на границе перепада (рис. 10) и/или длина серии. Для этого целесообразно составить матрицу яркостных контрастов, элементами которой будут разности яркости последующего и предыдущего пикселей по горизонтали или по вертикали  $\Delta F$ . Аналогично учитываются и диагональные разности.

Значения элементов матрицы характеризуются следующим образом:

- $\Delta F_{ij} < 0$ , если яркость следующего пикселя меньше яркости предыдущего;
- $\Delta F_{ij} > 0$ , если яркость следующего пикселя больше яркости предыдущего;

- $\Delta F_{ij} = 0$ , если яркость следующего пикселя равна яркости предыдущего;
- $\Delta F_{ij} \approx 0$ , если изменение яркости незначительно;
- $\Delta F_{ij} \gg 0$ , если имеется резкий контрастный переход.

Далее осуществляется сканирование строк для разностей по горизонтали (столбцов для разностей по вертикали) матрицы яркостных контрастов. Строка (столбец) разбивается на участки, в которые входят элементы, имеющие одинаковый знак (переходные участки) или участки со значениями элементов равными 0.

Для каждого переходного участка оценивается:

- длина  $m$  (количество элементов матрицы контрастов);
- крутизна участка  $\xi$ , т.е., соотношение суммарного изменения яркости  $k$  на участке к длине участка:

$$\xi = \frac{1}{m} \sum_{i,j=1}^m |\Delta F_{ij}| = \frac{k}{m}.$$

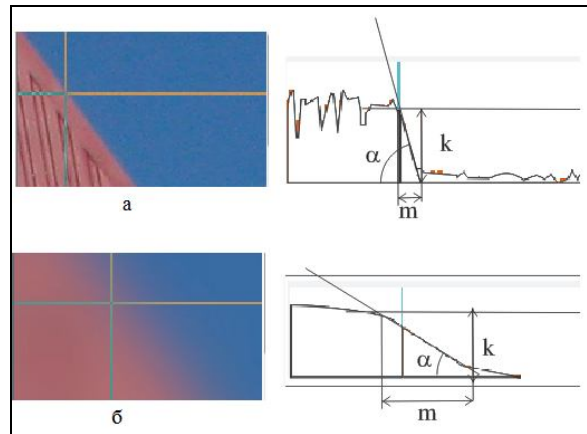


Рис. 10. Изменение яркости границы объекта на изображении.  $m$ -длина серии;  $k$  – суммарное изменение яркости,  $\xi = \text{tg}(\alpha)$  – крутизна участка

Для каждого переходного участка матрицы яркостных контрастов в идеальном случае  $m=1$  и  $\xi > 0.03$  (исходя из закона контрастной чувствительности Вебера-Фехнера).

В качестве оценки резкости всего изображения используется средние значения длины и крутизны для всех  $n$  переходных участков.

$$\bar{m} = \frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n m_i ; \quad \bar{\xi} = \frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n \xi_i$$

Для оценки резкости цветных изображений вместо разности яркости соседних пикселей можно использовать расстояние в RGB-кубе между цветами этих пикселей:

$$\Delta d_{ij} = \sqrt{(R_{i+1} - R_i)^2 + (G_{i+1} - G_i)^2 + (B_{i+1} - B_i)^2}.$$

Использование в качестве критерия резкости изображения длины серий и тангенса угла наклона имеет ряд недостатков. Сам подход к оценке серий не учитывает тот факт, что на достаточно резких изображениях могут присутствовать нечёткие тени, а так же нечёткие переходы между полутонами окраски освещённых объектов. Поскольку критерии оценки резкости связаны с локальными участками изображения, общая оценка резкости будет сильно зависеть от типа объекта на изображении в частности от размера ядра текстуры и т.п. Так, например, при увеличении площади лесных массивов на снимке, при прочих равных условиях съёмки, средняя длина серии уменьшается, что связано с его мелкозернистой текстурой.

Модель алгоритма, предложенная для определения серий, основанная на матрице разностей между соседними пикселями, не устойчива к резким шумоподобным перепадам, что может привести к ошибочному делению на более мелкие серии, либо пренебрежением границ двух серий, объединяя их в одну. На рис. 11 продемонстрирована проблема неопределённости при делении её на конечные серии: что является границами серий, а что незначительными отклонениями одной серии.

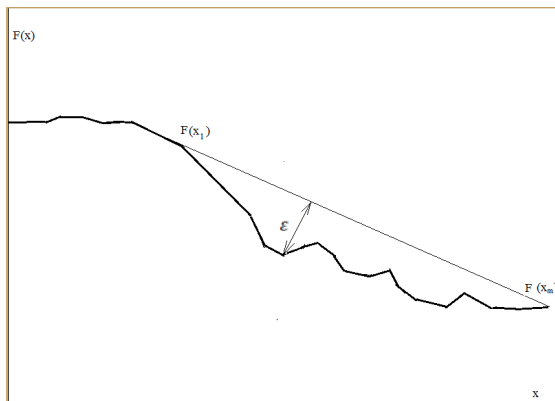


Рис. 11. Шумовые отклонения яркости серии переходного участка на снимке

В результате обработки нерезкого снимка (гистограмма распределения длин серий представлена на рис. 12) средняя длина серии составила 4.39, и снимок был отнесен к классу резких изображений.

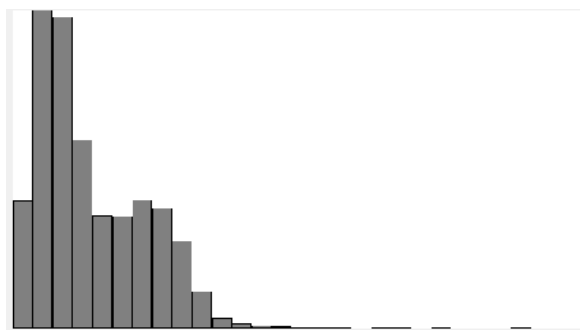


Рис. 12. Гистограмма распределения длин серий нерезкого изображения

Следовательно, перед оценкой резкости должны использоваться шумоподавляющие фильтры, а они приводят к еще большему размытию границ.

Для компенсации шумовой составляющей предложен следующий подход. Пиксель присоединяется к серии, если отклонение яркости (тона) всех промежуточных пикселей не превышает  $\epsilon$  (рис. 11).

$$\max_{i=2 \dots m-1} \frac{(A \cdot i + B \cdot F_i + C)}{\sqrt{A^2 + B^2}} \leq \epsilon,$$

где  $A = F_m - F_1$ ;  $B = 1 - m$ ;  $C = F_1 \cdot m - F_m$ ;  $F_1$  – яркость (тон) первого пикселя серии;  $F_m$  – яркость (тон) последнего пикселя серии;  $m$  – длина серии.

Прекращение выполнения данного условия можно считать границей участка. На рис. 13 представлен график распределения значений длин серий (а – соответствует группе резких снимков, б – снимков с нечеткими границами объектов).

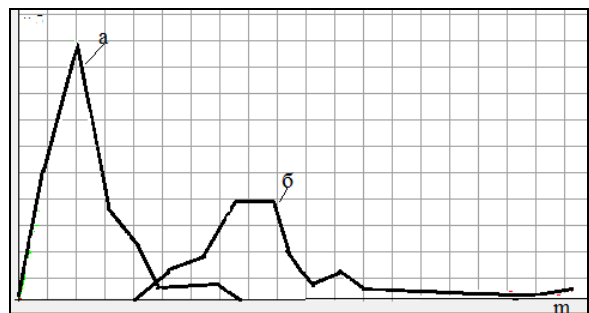


Рис. 13. Значения средних длин серий:  
а – качественные снимки;  
б – снимки со смазанными границами

## 2. Методы повышения качества снимков

### 2.1 Корректировка яркости изображения

Сложение/вычитание значения яркости с некоторым фиксированным значением (также в пределах от 0 до 255) позволяет сделать изображение светлее или темнее.

$$R'_{ij} = R_{ij} \pm \Delta; \quad G'_{ij} = G_{ij} \pm \Delta; \quad B'_{ij} = B_{ij} \pm \Delta.$$

В работе были обработаны засвеченные и затемнённые снимки, методом линейного изменения яркости. В результате повышения яркости слабо затемнённых изображений было получено адекватное изменение качества в лучшую сторону, что можно наблюдать на рис. 14.



Рис. 14. Результаты линейного повышения яркости

При обработке сильно затемнённых снимков, простое повышение яркости, ожидаемого эффекта повышения качества снимка не дало, хотя на графике кривой видно изменение параметра в лучшую сторону (рис. 15).

При обработке засвеченных снимков, имела место несколько иная ситуация. Изображения, которые были слегка засвечены при фотографировании, легко поддаются повышению качества путём линейного понижения яркости. Однако, если засветка была достаточно сильной, данные снимки можно с уверенностью отбраковывать, так как после комбинированной обработки данных снимков, их информативность существенно искажается (рис. 16).

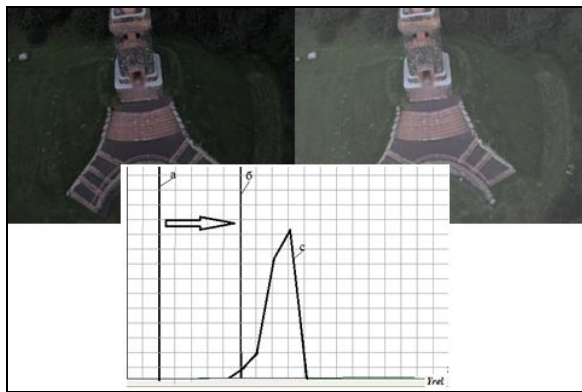


Рис. 15. Результат обработки сильно затемнённого изображения: а – исходное значение яркости, б – значение яркости обработанного снимка, с – класс качественных снимков.

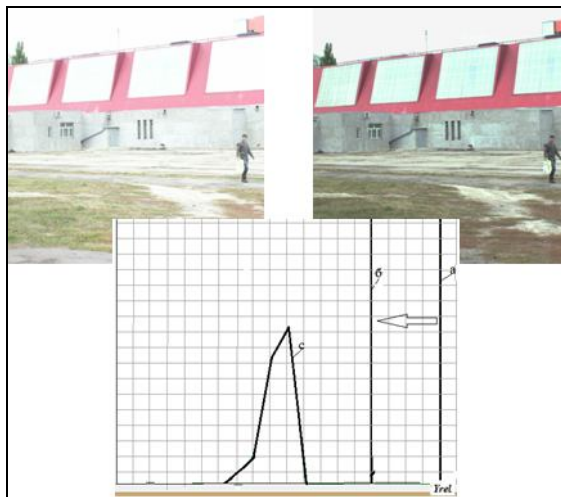


Рис. 16. Результат обработки засвеченного изображения: а – исходное значение яркости, б – значение яркости обработанного снимка, с – класс качественных снимков

Из проведенных исследований следует, что снимки со значениями относительной яркости от 0.1 до 0.3 и от 0.55 до 0.7 могут быть отнесены к классу условно качественных, т.к. их яркость может быть успешно откорректирована. Снимки со значениями

менее 0.1 и более 0.7 являются некачественными по критерию яркости.

## 2.2 Корректировка контраста изображения

Наиболее известными методами повышения контраста изображения являются:

- линейное, нелинейное и кусочно-линейное преобразование гистограммы;
- эквализация гистограммы - перераспределение значений всех пикселей в пределах радиометрического диапазона;
- нормализация гистограммы.

При этом никакой новой информации не образуется, происходит только перераспределение исходной информации, с тем, чтобы подчеркнуть спектральные свойства объектов. Для цветных изображений повышение контраста при использовании цветовой модели RGB может повлечь за собой искажение цветопередачи.

Цветовая модель HSV хорошо согласуется с восприятием человека, цветовой тон является эквивалентом длины волны света, насыщенность - интенсивности волны, а яркость - количества света и имеет большой цветовой охват. Поэтому при проведении операции повышения контраста целесообразно перейти к цветовой модели HSV и строить гистограмму по значениям S или V. Используя вышеперечисленные методы коррекции гистограммы, получать их новые значения, а затем осуществлять обратный переход к модели RGB (рис 17).

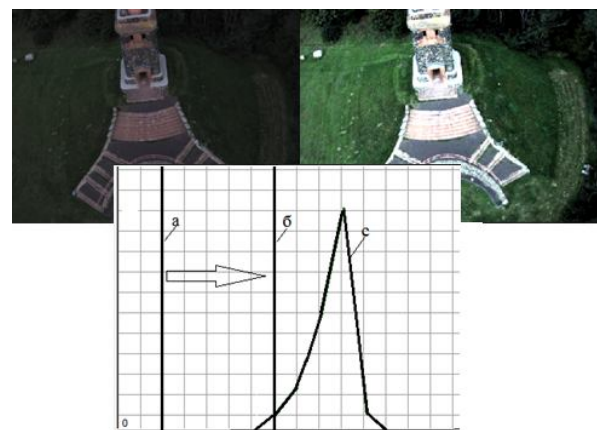


Рис. 17. Результат повышения контраста: а – исходное значение контраста, б – значение контраста обработанного снимка, с – класс качественных снимков

Повышение контраста темных снимков возможно до 0.25 относительных единиц, а светлых низкоконтрастных снимков только на 0.15. Следовательно, снимки с показателем контраста менее 0.1 и более 0.8 должны быть отбракованы. Следует так же заметить, что повышение контраста приводит к улучшению показателя яркости и тона изображения. Следовательно, если снимок отнесен к классу некачествен-

ных по группе этих показателей, приоритетной является операция повышения контраста, а затем необходимым дополнительный анализ результирующего снимка по яркостному и тоновому критерию.

### 2.3 Повышение резкости изображения изображения

Наиболее распространенными методами повышения резкости изображения являются методы нечеткого маскирования и методы основанные на использовании контуронаводящих фильтров.

Для нерезких снимков имеющих среднюю длину серии от 5 до 8, целесообразно использование методов нечеткого маскирования. Все снимки, значения средней длины серии которых выше 8, подлежат отбраковке по данному критерию. Однако, даже при видимом улучшении качества снимка, точность определения пространственных координат объектов по снимку может быть сильно снижена из-за первоначального размытия. Поэтому необходимо дополнительно вводить критерий отбраковки по допустимой точности определения координат на снимке.

### Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что при оценке качества изображения хорошие результаты показали следующие критерии: относительная яркость изображения, тоновая насыщенность снимка, тоновая контрастность изображения как среднее расстояние в RGB кубе между пикселями и «средним тоном» и длина серии при оценке резкость снимка.

Показатели яркости изображения для качественных данных варьировались в пределах от 0.3 до 0.55. Снимки со значениями относительной яркости от 0.1 до 0.3 и от 0.55 до 0.7 могут быть отнесены к классу условно качественных, т.к. их яркость может быть успешно откорректирована. Снимки со значениями менее 0.1 и более 0.7 являются некачественными по критерию яркости.

При оценке контраста показатели качественных снимков лежали в диапазоне от 0.4 до 0.6. Проведение операций контрастирования для снимков с показателями менее 0.1 и более 0.8 нецелесообразно. Повышение контраста необходимо проводить в вето-

вом пространстве HSV по параметрам S и V для предотвращения искажения цветовых характеристик объекта. Изменение контраста приводит к улучшению показателей яркости и тона изображения. Следовательно, если снимок отнесен к классу некачественных по группе этих показателей, приоритетной является операция повышения контраста, а затем необходим дополнительный анализ результирующего снимка по яркостному и тоновому критерию.

Критерии отбраковки по резкости изображения должны учитывать требования по точности определения пространственных координат объекта. Резкость снимков со средней длиной серии до 8 может быть повышена за счет операций нечеткого маскирования или свертки исходного и обработанного контуронаводящим фильтром изображения. Снимки со значением средней длины серии больше 8 подлежат отбраковке.

### Список литературы

1. Петров С.П. Кластерный анализ на основе качества репрезентативных оценок цифровых изображений [Электронный ресурс] / С.П. Петров, С.В. Ульянов // Электронный журнал «Системный анализ в науке и образовании». – 2013. – № 1. – Режим доступа к журналу: <http://www.sanse.ru/archive/27>.
2. Фисенко В.Т. Компьютерная обработка и распознавание изображений: Учеб. пособие. [Текст] / В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.
3. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение [Текст] / Д. Хьюбел. – М.: Мир, 1990. – 239 с.
4. Мониц Ю.И. Оценка качества для анализа цифровых изображений [Текст] / Ю.И. Мониц, В.В. Старовойтов – Донецк: Искусственный интеллект. – 2008. – № 4. – С. 376-386.
5. Журавель И.М. Локально-адаптивные методы повышения контрастности изображений: дисс... канд. техн. наук. 05.13.06. – Львов, 2001. – 154 с.
6. Кольцов П.П. Оценка размытия изображения. [Текст] / П.П. Кольцов // Самара: Компьютерная оптика. – 2011. – Т. 35, №1. – С. 95-102.
7. Форсайт Компьютерное зрение, современный подход [Текст] / Форсайт, Понс – К: Вильямс, 2004. – 926 с.

Поступила в редколлегию 3.02.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. О.С. Бутенко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВІДБРАКУВАННЯ ДАНИХ ОТРИМАНИХ З БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

С.І. Березина, К.В. Блинчикін

*В статті проведено аналіз методів оцінки якості зображення та виявлено ступень їх адекватності для використання у алгоритмах автоматичного відбракування даних. Побудовано математичні моделі якісних характеристик зображень. Сформульовано критерії відбракування даних з урахуванням можливих методів підвищення якості знімків.*

**Ключеві слова:** якісні характеристики зображення, яскравість знімка, тонова насиченість, різкість зображення.

## AUTOMATION OF DATA REJECTION PROCESS OBTAINED FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVs)

S.I. Berezina, K.V. Blinichkin

*In this paper methods of image quality were analyzed and determined their adequacy ratio for application in automatic data rejection algorithms. Mathematical models of quality characteristics of images were elaborated. Data rejection criteria were stated with respect to possible methods of image quality increase.*

**Keywords:** image quality characteristics, image brightness, hue saturation, image sharpness.