

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА НЕЭКВИДИСТАНТНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ ДЛЯ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

**И.И. ЧИЖОВ**  
**Т.Н. БАЛАБАНОВА**  
**А.Р. ПОБЕДА**

*Белгородский государственный  
национальный  
исследовательский университет*

*e-mail:  
pobeda88@mail.ru  
Sozonova@mail.ru  
Chizhov@mail.ru*

В настоящее время разработано большое количество алгоритмов сжатия для цифровых изображений. Однако все они в той или иной степени обладают рядом недостатков. Поэтому представляется целесообразным исследовать возможности применения метода неэквидистантной дискретизации для сжатия изображений.

Ключевые слова: Неэквидистантная дискретизация, сжатие данных, изображение.

В настоящее время разработано большое количество алгоритмов сжатия для цифровых изображений. Однако все они в той или иной степени обладают рядом недостатков, таких как:

- высокая вычислительная сложность, а следовательно и высокие требования к техническим характеристикам устройств;
- существенные потери качества при высокой степени сжатия.

Одним из самых распространенных алгоритмов сжатия изображений является формат JPEG. Название алгоритма компрессии — аббревиатура от Joint Photographic Expert Group, инициативной группы, образованной из экспертов ITU (International Telecommunication Union) и ISO (international Organization for Standartization). В 1992 г. JPEG был объявлен международным стандартом в области графических изображений. При использовании формата JPEG качество теряется всегда. При этом всегда есть выбор: сохранить качество изображения в ущерб объему (размер файла сожмется приблизительно в три раза) или же наоборот, добиться минимального размера изображения, при значительной потере качества (степень компрессии может достигать 100). Сжатие, при котором различие в качестве между получающимся изображением и оригиналом еще остается незаметным, дает 10-20-кратное сокращение размера файла.

Следует отметить, что недостатками данного метода являются:

- закругление острых углов и размывание тонких элементов в изображении;
- поддерживаются только RGB-изображения (использовать JPEG для CMYK-изображений можно только в формате EPS через DCS);
- изображение нельзя отобразить до тех пор, пока оно не загрузится полностью;
- в данном формате хранится малое количество служебной информации, что ухудшает возможность дополнительной пост обработки изображений.

Так же существует более современная разновидность этого формата - JPEG2000. Однако JPEG2000 объективно показывает лучшие результаты, чем JPEG только на высоких степенях сжатия. При компрессии в 10-20 раз особой разницы не заметно. Широкого распространения данный формат не получил.

Таким образом, можно говорить о целесообразности разработки новых методов и алгоритмов уменьшения битового представления изображений. В связи с этим, представляется целесообразным рассмотреть возможность применения алгоритма сжатия цифровых изображений основанного на методе неэквидистантной дискретизации.

Данный метод основывается на выделении энергетически значимых компонент сигнала. Для применения данного метода при сжатии изображений стоит учесть, что изображение представляет собой массив данных размерностью X на Y, таким образом, предлагаемый метод можно применить к изображению построчно.

Для поиска энергетически значимых отсчетов сигнала необходимо принять во внимание, что энергия сигнала  $E$  вычисляется по формуле (1).

$$E = \int_{t \in T} x^2(t) dt, \quad t \in T \quad (1),$$

где  $x(t)$  это отсчеты сигнала, что в дискретной форме имеет следующее представление

$$E = \sum_{t=1}^N x^2(t).$$

Достаточно очевидно, что для передачи максимума энергии сигнала минимумом значений необходимо, чтобы для каждого выбираемого отсчета сигнала  $x(t_0)$  выполнялось условие:

$$t_0 \in U \subset D[t_0 - \epsilon; t_0 + \epsilon], \text{ где } \forall t \in U : |x(t)| < |x(t_0)| \quad (2),$$

Для поиска,  $x(t_0)$  представляется целесообразным применить лемму Ферма, говорящую о том, что необходимым и достаточным условием того, что  $t=t_0$  будет выполнение условия (3):

$$3/+(t) \text{ и } 3/-(t), \text{ тогда если } f+(t) < 0, f-(t) > 0 \text{ или } f+(t) > 0, f-(t) < 0, \text{ то } t = t_0 \quad (3)$$

Подобный метод дискретизации сигнала по его энергетически значимым компонентам позволяет передать максимум энергии сигнала, минимумом отсчетов [6].

Данный метод уменьшения битового представления сигналов был применен к цифровым изображениям.

Для эксперимента были выбраны изображения с различными преобладающими цветами, монохромные, а так же с различными по величине и форме объектами. Следует отметить, что экспериментальные исследования проводились с использованием цветовой модели YCbCr. Дискретизация и восстановление проводились построчно, для каждого из компонент изображения (Y, Cb, Cr).

Оценка качества восстановления изображения после сжатия осуществлялась визуально.

Так же в ходе эксперимента были рассчитаны среднеквадратические отклонения восстановленных данных для всех каналов, различных изображений. Результаты эксперимента приведены в таблице.

На рис. 1 - 6 графически представлены различные строки изображения для компонент Cb, Cr и R до неэквидистантной передискретизации и после.

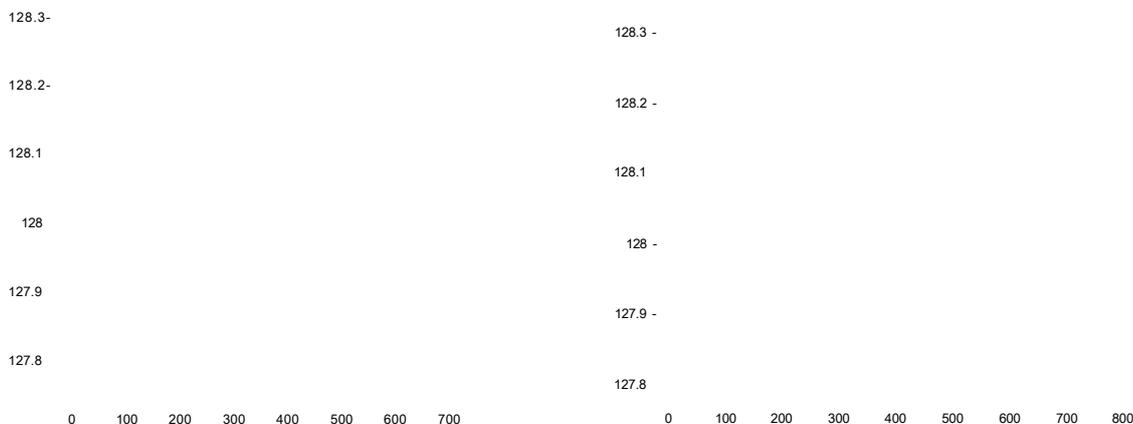


Рис. 1. Третья строка канала Cb, исходный вариант, третья строка канала Cb, после неэквидистантной дискретизации вариант

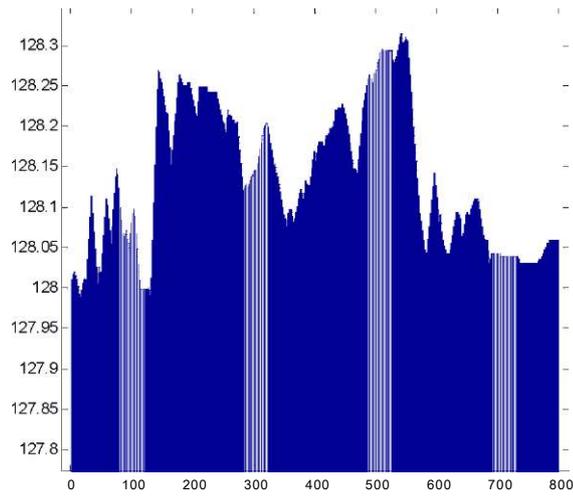


Рис. 2. Третья строка канала Сб, восстановленный вариант

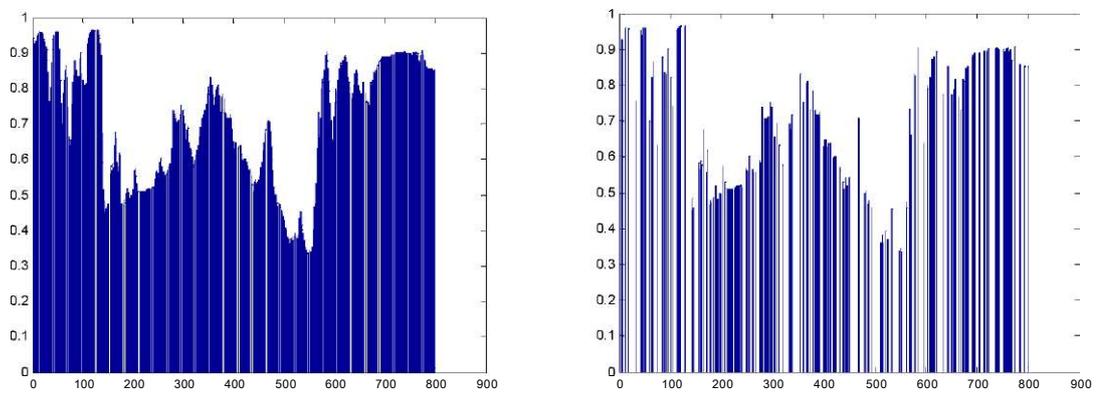


Рис. 3. Третья строка канала У, исходный вариант, третья строка канала У, после неэквидистантной дискретизации вариант

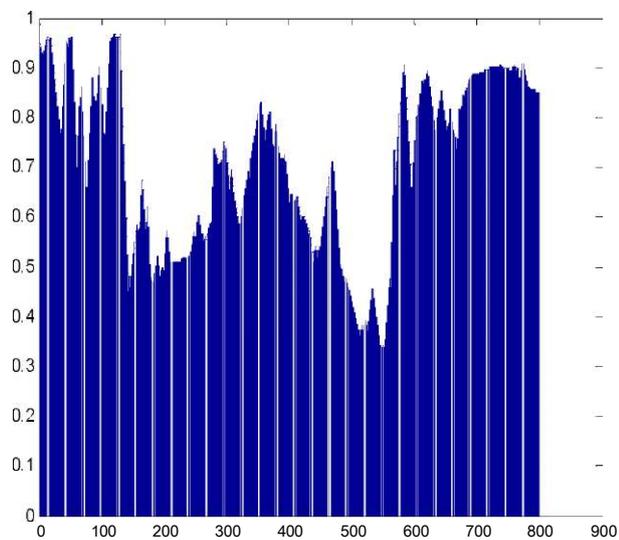


Рис. 4. Третья строка канала У, восстановленный вариант

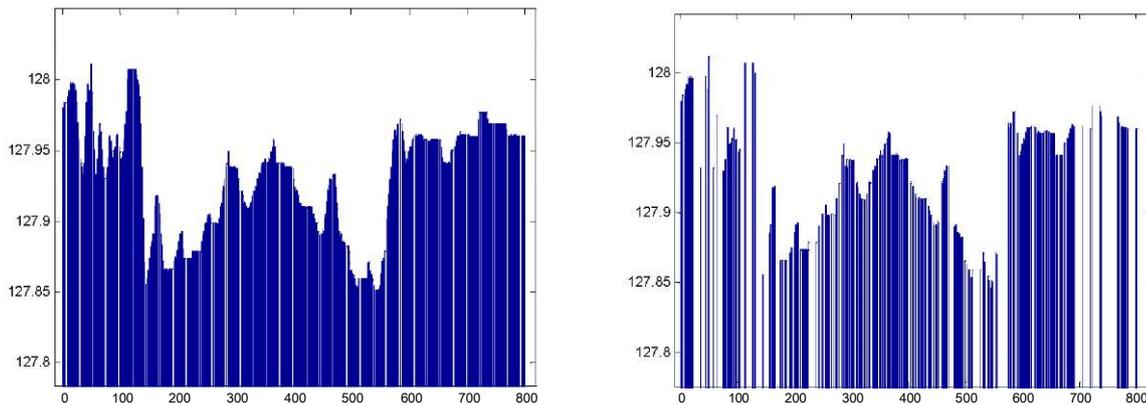


Рис. 5. Третья строка канала  $C_g$ , исходный вариант, третья строка канала  $C_g$ , после неэквидистантной дискретизации вариант

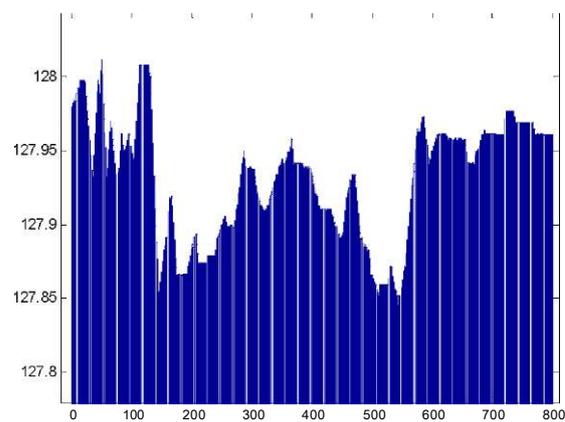


Рис. 6. Третья строка канала  $C_g$ , восстановленный вариант

По полученным данным видно, что восстановление значений происходит довольно точно, сохраняя все значимые отсчеты. На рис. 7 и 8 приведены исходное изображение и изображение после восстановления соответственно.



Рис.7. Исходное изображение



Рис. 8. Восстановленное изображение

Несложно заметить, что восстановленное изображение повторяет исходное. Для более точного определения различий между исходным и восстановленным изображением для каждого канала были рассчитаны среднеквадратические отклонения исходных и восстановленных значений компонент. В таблице 1 приведены рассчитанные в ходе эксперимента среднеквадратические отклонения для каждого из каналов.

$$SKO = \sqrt{\frac{1}{Y} \sum_{i=1}^Y \frac{1}{X} \sum_{j=1}^X (a_{ij} - \bar{a}_{ij})^2} \tag{4}$$

где  $a_{ij}$  - значение соответствующей компоненты.

Таблица

**Значения SKO для каналов различных изображений**

Номер изображения	SKO Y	SKO Cb	SKO Cr	среднее значение
изображение 1	0,0537	0,000041	0,000059	0,017933
изображение 2	0,0191	0,000055	0,000132	0,006429
изображение 3	0,0236	0,000046	0,000061	0,007902
изображение 4	0,0522	0,000062	0,000078	0,017446

Как видно из рис. 7 и 8, изображения до компрессии и после восстановления визуально не отличаются.

Таким образом, данный алгоритм уменьшения битового представления изображений может быть использован для изображений, представленных в различных форматах, в том числе и для изображений, уже подверженных компрессии. Таким образом, предлагаемый алгоритм может быть использован как отдельный алгоритм сжатия изображений, так и применяться совместно с другими алгоритмами с целью увеличения коэффициента сжатия.



### Список литературы

1. Артющенко, В. М. Цифровое сжатие видеоинформации и звука [Текст] : учеб. пособие / В. М. Артющенко, О. И. Шелухин, М. Ю. Афонин ; под ред. В. М. Артющенко. - М. : Дашков и К, 2003. - 426 с.
2. Баранов, Л. А. Квантование по уровню и временная дискретизация в цифровых системах управления [Текст] / Л. А. Баранов. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 304 с.
3. Витерби, Э. Д. Принципы цифровой связи и кодирования [Текст] / А. Д. Витерби, Дж. К. Омура ; пер. с англ. и под ред. К. Ш. Зигангирова. - М. : Радио и связь, 1982. - 536 с. : ил. - (Статистическая теория связи ; вып. 18).
4. Вологдин, Э. И. Слух и восприятие звука [Текст] : учеб. пособие / Э. И. Вологдин. - СПб. : СТ «Факультет ДВО», 2004. - 52 с.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Мир цифровой обработки. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р.Гонсалес, Р.Вудс; пер. с англ. под ред. П.А.Чочиа. - М.: Техносфера 2005
6. Чижов, И.И. О новом методе компрессии речевых сигналов на основе прореживания [Текст] / И.И. Чижов, Т.Н. Созонова // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. - 2009. - № 7 (62). Вып. 10/1. - С. 173-181.

## study of the possibility of non-equidistant sampling method for image compression

**I.I. CHIZHOV**  
**T.N. BALABANOVA**  
**A.R. POBEDA**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:  
pobeda88@mail.ru  
Sozonova@mail.ru  
Chizhov@mail.ru*

At present there are a large number of compression algorithms for digital images. However, they all more or less have some disadvantages. Therefore, it seems appropriate to explore the possibility of applying the method of non-equidistant sampling for image compression.

Keywords: non-equidistant sampling, data compression, the image.