

## ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ, СЖАТЫХ МЕТОДОМ JPEG

Тимбай Е.И.

Институт систем обработки изображений РАН

### Аннотация

В работе предложено использовать корректирующий фильтр для устранения «блочности» на изображениях, сжатых методом JPEG, и повышения качества их восстановления по показателю PSNR. Представлено краткое описание процесса построения фильтра. Приведена оценка степени улучшения качества восстановления изображений по показателю PSNR, а также результаты анализа эффективности устранения «блочности» на восстановленных изображениях.

**Ключевые слова:** компрессия с потерями, корректирующий фильтр, JPEG, «блочность», коэффициент сжатия, пиковое отношение сигнала к шуму (PSNR).

### Введение

«Блочность» является наиболее заметным артефактом, характерным для изображений, сжатых методом JPEG с высоким значением коэффициента компрессии. При увеличении степени сжатия изображения всё более заметной становится блочная структура восстановленного после компрессии изображения - оно рассыпается на квадратные фрагменты размером  $8 \times 8$  пикселей (рис. 1). Этот эффект особенно заметен на областях изображения с плавными изменениями яркости. Причина возникновения такого типа искажений заключается в следующем. В процессе сжатия изображение разбивается на блоки  $8 \times 8$  пикселей, к каждому блоку применяется дискретное косинусное преобразование (DCT), выполняется квантование и кодирование коэффициентов DCT. Артефакты «блочности» на восстановленном изображении появляются вследствие независимой обработки блоков на этапе компрессии и особенно заметны при высоких степенях сжатия из-за грубого квантования высокочастотных коэффициентов DCT.



Рис. 1. Изображение «Лена», восстановленное после JPEG-компрессии с  $K_c=24,38$ ;  $PSNR=32,9478$

В настоящее время существует множество алгоритмов устранения «блочности» (алгоритмов деблокинга), но все они могут быть разделены на две основные группы, поскольку основаны на двух разных подходах к устранению «блочности» на изображении.

Часть методов работает внутри декодера [1-4], то есть обработка заключается в модификации метода декодирования сжатых изображений. В этом случае при выполнении деблокинга известна полная информация о параметрах компрессии изображения.

Другая группа методов не учитывает структуру кодека и применяется как самостоятельная постобработка восстановленных после сжатия изображений [5, 6, 7, 8]. Поскольку применение независимой постобработки не требует вмешательства в существующие стандарты кодеков, то реализация и разработка таких методов носит более практический характер.

В статье предлагается метод, не относящийся ни к одной из этих групп, и реализующий третий подход к устранению «блочности» – метод, основанный на применении локального корректирующего фильтра, описанного в работах [9, 10]. Такой подход также не учитывает структуру кодека, поскольку построение и применение фильтра заключаются лишь в «доставлении» стандартной процедуры компрессии и декомпрессии изображения. Однако применение метода требует передачи дополнительного объёма данных вместе со сжатым изображением, пусть и незначительного по сравнению с общим размером архива.

### 1. Корректирующий фильтр

Построение и применение корректирующего фильтра заключается в «доставлении» стандартной процедуры компрессии и декомпрессии изображения.

#### Построение корректирующего фильтра

Модификация этапа компрессии состоит в следующем. Сразу же после сжатия исходного изображения  $X$  методом JPEG осуществляется восстановление изображения  $Y$  и вычисляется поле ошибок восстановления:

$$E = X - Y.$$

Далее выполняется «обучение» фильтра, которое заключается в построении функции  $\varphi$ , аппроксимирующей поле ошибок восстановления  $E$ .  $\varphi$  зависит от набора признаков, вычисляемых по изображению  $Y$  в «скользящем окне» обработки:

$$\hat{E} = \varphi(v_0, \dots, v_{K-1}, \alpha_0, \dots, \alpha_K),$$

где  $\hat{E}$  - аппроксимированная ошибка восстановления,  $\{v_k(n_1, n_2)\}_0^{K-1}$ ,  $n_1 = \overline{0, N_1 - 1}$ ,  $n_2 = \overline{0, N_2 - 1}$  - локальные признаки,  $N_1, N_2$  - размеры изображения;  $\alpha_0, \dots, \alpha_K$  - коэффициенты аппроксимации (парамет-

ры фильтра, полученные при его обучении). Параметры фильтра должны быть сохранены в архив вместе с сжатыми данными исходного изображения. На этапе декомпрессии они будут использоваться для повышения качества восстановления изображения.

Для построения конкретной реализации фильтра необходимо выбрать систему признаков и способ построения функции аппроксимации.

Система локальных признаков

Для построения корректирующего фильтра была выбрана система из  $K = 7$  признаков, вычисление которых основано на линейных сглаживающих фильтрах. Нулевой признак – значения пикселей восстановленного изображения  $Y$ . Признаки с номерами 1-6 – отсчеты восстановленного изображения  $Y$ , сглаженного прямоугольными окнами  $3 \times 3$ ,  $1 \times 3$ ,  $3 \times 1$ ,  $7 \times 7$ ,  $5 \times 3$ ,  $3 \times 5$ , из которых вычтено изображение  $Y$ :

$$v_k(n_1, n_2) = \frac{\sum_{m_1=-M_1^k}^{M_1^k} \sum_{m_2=-M_2^k}^{M_2^k} y(n_1 + m_1, n_2 + m_2) - y(n_1, n_2)}{(2M_1^k + 1)(2M_2^k + 1)}$$

где  $v_k(n_1, n_2)$  -  $k$ -ый признак,  $k = \overline{1, K-1}$ ,  $W^{(k)} = [-M_1^{(k)}, M_2^{(k)}] \times [-M_1^{(k)}, M_2^{(k)}]$  - «скользящее окно» обработки с центром в точке  $(0,0)$  локальной системы координат,  $y(n_1 + m_1, n_2 + m_2)$ , где  $(m_1, m_2) \in W^{(k)}$ , - отсчеты восстановленного изображения  $Y$ , попавшие в окно  $W^{(k)}$ .

Построение функции аппроксимации

Для реализации фильтра была выбрана кусочно-линейная функция аппроксимации.

В процессе построения кусочной аппроксимирующей функции признаковое пространство, представляющее собой  $K$ -мерный гиперкуб  $V$ , последовательно разбивается по осям (признакам) на подобласти  $V^{(i)}$  и порождает в памяти ЭВМ древовидную структуру. На рис. 2 представлена двумерная иллюстрация этого процесса.

В каждой из областей, полученных в результате разбиения, выполняется линейная аппроксимация по формуле:

$$\hat{\varepsilon}(n_1, n_2) = \sum_{k=0}^K \alpha_k^{(i)} v_k(n_1, n_2), \tag{1}$$

$$v_k = 1, i = 0, N, (n_1, n_2) \in V^{(i)}$$

Коэффициенты  $\{\alpha_k^{(i)}\}_{k=0, K}$  определяются с помощью метода наименьших квадратов из условия минимума среднеквадратичной ошибки аппроксимации.

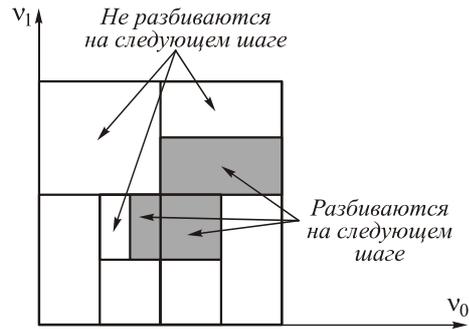


Рис. 2. Двумерная иллюстрация процесса построения кусочной аппроксимирующей функции

Области с малой ошибкой аппроксимации принимаются за терминальные вершины дерева. Те области, в которых ошибка велика, подвергаются дальнейшему разбиению.

Для двумерного признакового пространства, приведенного в качестве примера на рис. 2, согласно описанному алгоритму построения кусочной аппроксимирующей функции может быть сформирована древовидная структура, изображённая схематически на рис. 3. Здесь для нетерминальных вершин дерева отмечены номера признаков, по которым выполнялось разбиение. Каждой терминальной вершине дерева соответствует некоторая подобласть  $V^{(i)}$  признакового пространства, для которой вычислен набор коэффициентов аппроксимации  $\{\alpha_k^{(i)}\}_{k=0, K}$ .

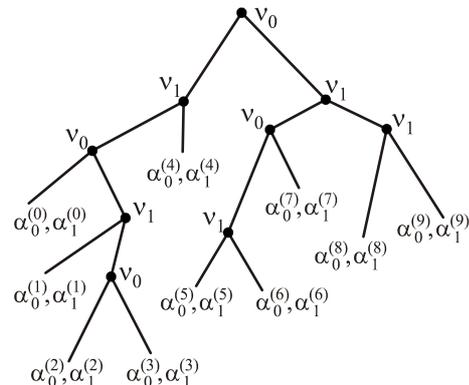


Рис. 3. Дерево, описывающее разбиение двумерного пространства признаков на рис. 2.

На рис. 4 представлена декомпозиция двумерного пространства признаков на подобласти. Нумерация областей соответствует прямому порядку обхода дерева (корень поддерева, левое поддерево, правое поддерево).

После завершения процесса формирования древовидной структуры в памяти ЭВМ сохраняются следующие данные о построенном дереве, являющиеся дополнительной информацией к основному объёму архива:

- 1) 1 бит хранит сведения о типе вершины дерева: терминальная или нетерминальная.
- 2) В каждой нетерминальной вершине дерева хранится номер признака, по которому выполнялось разбиение. Для представления этой информации от-

водится  $b$  бит.  $b$  - минимальное значение, при котором выполняется условие:

$$K \leq 2^b - 1,$$

где  $K$  - количество признаков.

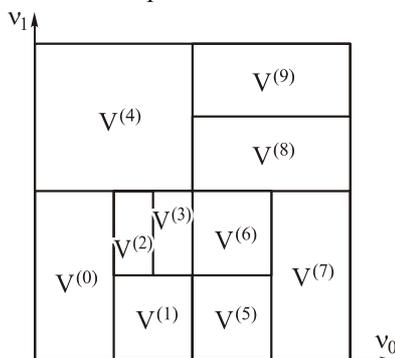


Рис. 4. Декомпозиция двумерного признакового пространства на подобласти

3) Для каждой терминальной вершины сохраняются коэффициенты аппроксимации  $\{\alpha_k^{(i)}\}_{k=0, \dots, K}$ .

Для записи указанных данных в архив применяется прямой порядок обхода дерева (корень поддерева, левое поддерево, правое поддерево).

Согласно описанной структуре основной объём дополнительных данных  $I_E$ , необходимых для коррекции поля ошибок на этапе восстановления изображения, определяется числом терминальных вершин дерева и числом коэффициентов аппроксимации в каждой терминальной вершине.

Таким образом, чем меньше объём данных, необходимый для хранения одного коэффициента аппроксимации, тем меньше объём дополнительной информации, сохраняемой в архиве, а значит, эффективней работа фильтра-корректора.

Задачу уменьшения объёма дополнительных данных предлагается решать с помощью равномерного квантования коэффициентов аппроксимации, тогда для представления одного коэффициента аппроксимации требуется  $l$  бит. Объём дополнительной информации  $I_E$ , описывающей фильтр-корректор с кусочно-линейной функцией аппроксимации, составит величину

$$I_E = N \cdot K \cdot l + M \cdot b,$$

где  $N$  - количество терминальных вершин дерева,  $M$  - количество нетерминальных вершин дерева,  $b$  - количество бит, которое отводится для хранения номера признака, по которому было выполнено разбиение вершин.

#### Этап декомпрессии

На стадии восстановления изображения сначала из основной части архива восстанавливается изображение  $Y$ , то есть выполняется стандартная процедура декомпрессии. Восстановленные из второй части параметры фильтра используются для приближённого описания поля ошибок  $\hat{E}$  и получения окончательно восстановленного изображения  $\hat{X}$ :

$$\hat{X} = Y + \hat{E}.$$

Рассмотрим вопрос применения корректирующего фильтра с кусочной аппроксимирующей функцией для вычисления  $\hat{E}$ .

Как было отмечено выше, кусочную функцию аппроксимации описывает древовидная структура. Зная способ обхода дерева, использованный при записи его в архив, можно на этапе декомпрессии восстановить ту же декомпозицию признакового пространства, что и при компрессии:

$$V^{(i)} : \forall i \neq j \quad V^{(i)} \cap V^{(j)} = \emptyset, \\ i = 0, N-1, j = 0, N-1$$

Каждой области признакового пространства будет соответствовать набор коэффициентов аппроксимации  $\{\alpha_k^{(i)}\}_{k=0, \dots, K}$ .

Первым этапом применения фильтра-корректора является вычисление набора признаков по восстановленному изображению  $Y$ . При этом каждому отсчёту  $y(n_1, n_2)$  изображения  $Y$  (как и при компрессии) ставится в соответствие свой вектор признаков  $\{v_k(n_1, n_2)\}_0^{K-1}$ .

Далее по восстановленной древовидной структуре определяется область  $V^{(i)}$  пространства признаков, которой принадлежит вычисленный вектор признаков.

На основе значений этого вектора и коэффициентов аппроксимации  $\{\alpha_k^{(i)}\}_{k=0, \dots, K}$ , соответствующих  $V^{(i)}$ , вычисляется оценка ошибки восстановления  $\hat{E}$  в точке  $(n_1, n_2)$  по формуле (\*). Таким образом, будет вычислен каждый элемент  $\hat{e}(n_1, n_2)$  поля  $\hat{E}$ .

Поскольку при формировании фильтра коэффициенты для построения оценки  $\hat{E}$  выбирались из условия минимума среднеквадратичной ошибки аппроксимации, значит, применение фильтра при декомпрессии позволяет уменьшить среднеквадратичную ошибку восстановления, то есть повысить качество восстановленного изображения по показателю PSNR [11]

#### 2. Результаты экспериментов

Исследование эффективности работы корректирующего фильтра проводилось в два этапа:

- 1) оценивалась степень улучшения качества восстановления изображения за счёт применения описанного фильтра-корректора;
- 2) проводился анализ эффективности устранения «блочности» на восстановленных изображениях.

Экспериментальные исследования проводились на наборах полутоновых и полноцветных изображений из коллекции Waterloo [12] и базы изображений USC-SIPI [13]. Метод JPEG был взят в реализации IrfanView 4.25 [14]. Для анализа качества восстановления изображений применялся критерий PSNR (peak signal to noise ratio – пиковое отношение сигнала к шуму).

В табл. 1 представлены численные результаты экспериментов, полученные при восстановлении корректирующим фильтром изображения «Lena», сжатого JPEG с различными значениями «качества сжатия» (параметра метода).

Исходный объём изображения «Lena» до компрессии был равен 263222 байта. Из данных в таблице следует, что объём дополнительных данных составляет примерно 0,3-3,5% от объёма основного архива. Отметим, что сходные результаты были получены для всего множества исследованных изображений.

Таблица 1. Численные значения зависимости PSNR ( $K_c$ ) – восстановление изображения «Lena» после JPEG компрессии

«Качество сжатия»	Исходный $K_c$	Исходный PSNR	Доп. данные, байт	$K_c$	PSNR
100	58,4619	1,70	393	1,70	58,4626
95	43,7817	2,95	192	2,95	44,3760
90	40,7821	4,51	418	4,48	41,3036
85	39,4070	5,88	370	5,83	39,9476
80	38,5002	7,03	294	6,97	39,0958
70	37,3000	9,12	294	9,03	37,9509
60	36,4347	11,14	218	11,04	37,1401
50	35,7848	12,88	218	12,74	36,5240
40	35,1078	15,12	205	14,95	35,8868
30	34,2620	18,39	231	18,10	35,1019
20	32,9478	24,38	370	23,57	33,9471
10	30,3998	40,22	205	39,00	31,5267

В табл. 2 приведены значения среднего приращения PSNR, вычисленные с учётом изменения коэффициента компрессии, при восстановлении изображений фильтром-корректором после компрессии методом JPEG с различной степенью сжатия.

Таблица 2. Среднее приращение PSNR после обработки корректирующим фильтром

Имя изобр.	$\Delta PSNR$	Имя изобр.	$\Delta PSNR$
Lena	0,6616	Brick wall 1	0,6132
Mandrill	0,5523	Mandrill (color)	0,4640
Peppers	0,5490	Lena (color)	0,6424
Washsat	0,6930	Peppers3 (color)	0,3978
Grass 1	0,8522	San Diego 1	2,0502

Результаты исследования показывают, что применение корректирующего фильтра позволяет повысить качество восстановления изображений по критерию PSNR.

Наличие большого количества различных методов деблокинга и отсутствие открытых кодов для их реализации значительно затрудняют проведение полного сравнительного анализа эффективности устранения «блочности» этими методами и корректирующим фильтром. Поэтому для исследований был выбран свободно распространяемый программный продукт Jpeg Enhancer 1.8 [15], являющийся простой, но эффективной программой, предназначенной для устранения «блочности» на изображении

ях, искажённых при сжатии методом JPEG. В отличие от многих алгоритмов устранения артефактов, методы, применяемые в Jpeg Enhancer 1.8, не просто размывают изображения, но восстанавливают их, улучшая качество по показателю PSNR.

На рис. 5 представлены примеры устранения «блочности» на изображении «Lena» с помощью программы Jpeg Enhancer 1.8 и корректирующего фильтра. Согласно результатам экспериментов, обработка фильтром-корректором позволяет получить изображение визуально более близкое к оригиналу за счет меньшего размытия и сохранения большего количества деталей.

На рис. 6 приведены примеры графиков зависимостей  $PSNR(K_c)$ , построенных для изображений «Lena», «Washsat» и «Brick wall 1», восстановленных после базовой компрессии методом JPEG и обработанных Jpeg Enhancer 1.8 и фильтром-корректором. Из графиков видно, что корректирующий фильтр обеспечивает лучшее качество восстановления изображений по показателю PSNR по сравнению с методами устранения «блочности», применяемыми в Jpeg Enhancer 1.8.

### Заключение

Результаты проведённых экспериментальных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- 1) предложенный корректирующий фильтр может быть эффективно использован для улучшения качества изображений, сжатых методом JPEG, по показателю PSNR;
- 2) корректирующий фильтр позволяет получить лучшее качество восстановления изображений, чем методы устранения «блочности», применяемые в Jpeg Enhancer 1.8.

### Благодарности

Работа выполнялась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), проекты: 11-07-90710-моб\_ст, 11-07-12059-офи-м-2011 и целевой программы Президиума РАН «Поддержка молодых учёных».

### Литература

1. **Farrelle, P.** Recursive blocking-coding-A new approach to transform coding / P. Farrelle, A. Jain // IEEE Trans Commun. – 1986. – V. 34. – P. 161-179. – ISSN 0090-6778.
2. **Lynch, W.E.** Edge compensated transform coding / W.E. Lynch, A.R. Reibman, B. Liu // Proc IEEE ICIP Image Process. – 1994. – V. 1. – P. 105-109.
3. **Malvar, H.S.** The LOT: Transform coding without blocking effects / H.S. Malvar, D.H. Staelin // IEEE Trans Acoust Speech Signal Process. – 1989. – V. 37. – P. 553-559. – ISSN 0096-3518.
4. **Pearson, D.** Transform coding of images using interleaved blocks / D. Pearson, M. Whybray // Proc IEEE Radar Signal Process. – 1984. – V. 131. – P. 466-472.
5. **Xiong, Z.** A Deblocking Algorithm for JPEG Compressed Images Using Overcomplete Wavelet Representation / Z. Xiong, M.T. Orchard, Y.Q. Zhang // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – 1997. – V. 7. – P. 433-437. – ISSN 1051-8215.

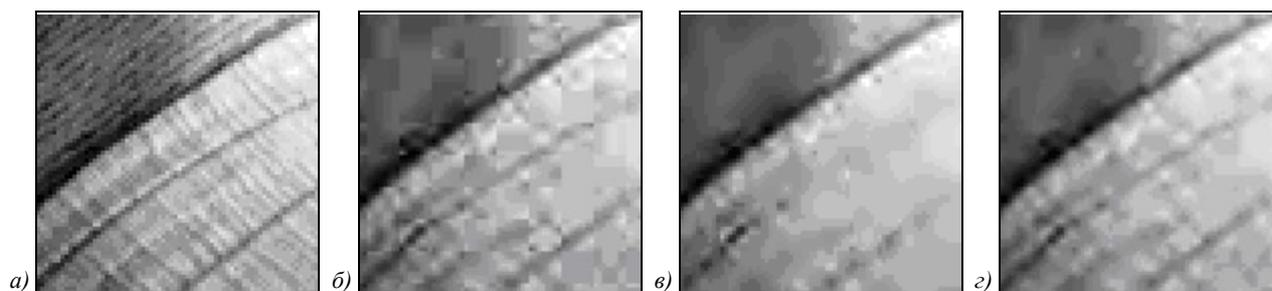


Рис. 5. Фрагмент исходного изображения «Lena» (а), фрагмент изображения «Lena», восстановленного после компрессии JPEG  $K_c = 24,38$ , PSNR = 32,9478 (б), результат устранения «блочности» с помощью Jpeg Enhancer 1.8 (в), результат обработки корректирующим фильтром (г)

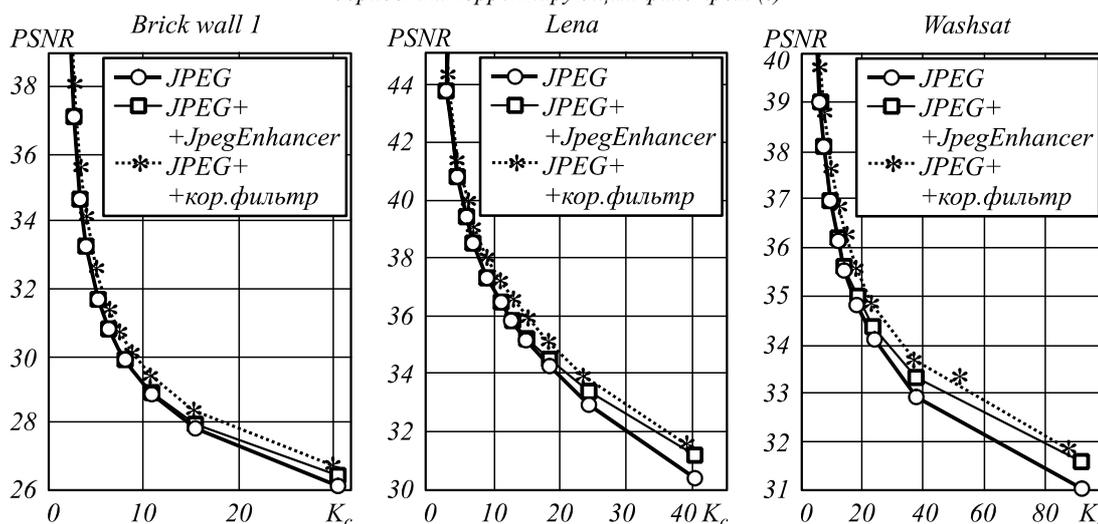


Рис. 6. Зависимости PSNR( $K_c$ ), построенные для изображений «Lena», «Washsat», «Brick wall 1», восстановленных после JPEG компрессии с помощью Jpeg Enhancer 1.8 и корректирующего фильтра

- Gopinath, R.A. Wavelet-Based Post-processing of Low Bitrate Transform Coded Images / R.A. Gopinath, M. Lang, H. Guo, J.E. Odegam // In Proc. of Intl. Conf. in Image Processing, Austin, TX, USA, November 13-16. - 1994.
- Yang, Y. Projection-Based Spatially-Adaptive Reconstruction of Block-Transform Compressed Image / Y. Yang, N. Galatsanos, A. Katsaggelos // IEEE Trans. on Image Processing. - 1995. - V. 4, N 7. - P. 896-908. - ISSN 1057-7149.
- Ватолин, Д. Всё о сжатии данных, изображений, видео. VirtualDub MSU Smart Deblocking Filter [Электронный ресурс] / Д. Ватолин, А. Обухов, С. Гришин // - Электрон. дан. - М., 2011. - Режим доступа: <http://www.compression.ru/video/deblocking/smartdeblocking.html> - Загл. с экрана.
- Сергеев, В.В. Адаптивные методы повышения качества изображения после компрессии / В.В. Сергеев, Е.И. Тимбай, А.В. Чернов // Сборник трудов всероссийского семинара по моделированию, дифракционной оптике и обработке изображений, Самара, 3-7 июля 2006. - С. 38-41.
- Sergeev, V.V. The investigation of image local feature sets in a problem of image enhancement after compression / V.V. Sergeev, E.I. Timbay // In Proc. of 9-th Intl. Conf. on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies, Russian Federation, Nizhni Novgorod, September 15-19 2008. - V. 2. - P. 155-158.
- Сэлмон, Д. Сжатие данных, изображений, звука / Д. Сэлмон. - М.: Техносфера, 2004. - 368 с.
- The Waterloo Fractal Coding and Analysis Group [Электронный ресурс] : Image Repository - Электрон. дан. - The University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 2009 - <http://links.uwaterloo.ca/Repository.html> - Загл. с экрана.
- University of Southern California. Signal and Image Processing Institute [Электронный ресурс] : The USC-SIPI Image Database - Электрон. дан. - University of Southern California, Los Angeles, USA, 2011. - Режим доступа: <http://sipi.usc.edu/database/> - Загл. с экрана.
- IrfanView [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - Austria, 2011. - <http://www.irfanview.com/> - Загл. с экрана.
- VicMan Software. Improve the quality of your images [Электронный ресурс] : Jpeg Enhancer - Overview - Электрон. дан. - М., 2011. - Режим доступа: <http://www.vicman.net/jpegenhancer/index.htm> / - Загл. с экрана.
- Farrelle, P. Recursive blocking-coding-A new approach to transform coding / P. Farrelle, A. Jain // IEEE Trans Commun. - 1986. - V. 34. - P. 161-179. - ISSN: 0090-6778.
- Lynch, W.E. Edge compensated transform coding / W.E. Lynch, A.R. Reibman, B. Liu // Proc IEEE ICIP Image Process. - 1994. - V. 1. - P. 105-109.
- Malvar, H.S. The LOT: Transform coding without blocking effects / H.S. Malvar, D.H. Staelin // IEEE Trans Acoust Speech Signal Process. - 1989. - V. 37. - P. 553-559. - ISSN 0096-3518.

References

4. **Pearson, D.** Transform coding of images using interleaved blocks / D. Pearson, M. Whybray // Proc IEEE Radar Signal Process. – 1984. - V. 131. - P. 466-472.
5. **Xiong, Z.** A Deblocking Algorithm for JPEG Compressed Images Using Overcomplete Wavelet Representation / Z. Xiong, M.T. Orchard, Y.Q. Zhang // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – 1997. – V. 7. - P. 433-437. - ISSN 1051-8215.
6. **Gopinath, R.A.** Wavelet-Based Post-processing of Low Bitrate Transform Coded Images / R.A. Gopinath, M. Lang, H. Guo, J.E. Odegam // In Proc. of Intl. Conf. in Image Processing, Austin, TX, USA, November 13-16. - 1994.
7. **Yang, Y.** Projection-Based Spatially-Adaptive Reconstruction of Block-Transform Compressed Image / Y. Yang, N. Galatsanos, A. Katsaggelos // IEEE Trans. on Image Processing. – 1995. - V. 4, N. 7. - P. 896-908. - ISSN 1057-7149.
8. **Vatolin, D.** VirtualDub MSU Smart Deblocking Filter / D. Vatolin, A. Obuhov, S. Grishin, // URL: <http://www.compression.ru/video/deblocking/smartdeblocking.html> - (in Russian)
9. **Sergeev, V.V.** Adaptive methods of enhancement image quality after / V.V. Sergeev, E.I. Timbay, A.V. Chernov // collected works of All-Russian seminar by modeling, diffraction optics and image processing, Samara, July 3-7, 2006, pp. 38-41. - (in Russian).
10. **Sergeev, V.V.** The investigation of image local feature sets in a problem of image enhancement after compression / V.V. Sergeev, E.I. Timbay // In Proc. of 9-th Intl. Conf. on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies, Russian Federation, Nizhni Novgorod, September 15-19 2008. - V.2. - P. 155-158.
11. **Salomon, D.** Compression of data, images, sound. / D. Salomon. – M.: Technosphaera, 2004. -368 p.
12. The Waterloo Fractal Coding and Analysis Group: Image Repository — The University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 2009. — URL: <http://links.uwaterloo.ca/Repository.html>.
13. University of Southern California. Signal and Image Processing Institute : The USC-SIPI Image Database — University of Southern California, Los Angeles, USA, 2011. — URL: <http://sipi.usc.edu/database>
14. IrfanView — URL: <http://www.irfanview.com> - (in Russian)
15. VicMan Software. Improve the quality of your images: Jpeg Enhancer. Overview — URL: <http://www.vicman.net/jpegenhancer/index.htm>

## CORRECTION FILTER APPLICATION FOR THE QUALITY EMPROVEMENT OF IMAGES COMPRESSED USING METHOD JPEG

*E. I. Timbay*

*Image Processing Systems Institute RAS*

### *Abstract*

This article submits to use the correction filter for the removal of "blocking" artifacts on the images that compressed by JPEG and for the enhancement of their quality according to PSNR criterion. The brief description of the filter construction process which based on the restoration error approximation is presented. The value of the enhancement image restoration quality is estimated. The results of performance analysis of the removal "blocking" artifacts on the restored images are shown.

*Key words:* lossy compression, correction filter, JPEG, "blocking" artifact, compression ratio, peak signal to noise ratio (PSNR).

### *Сведения об авторе*



**Тимбай Елена Ивановна**, 1985 года рождения. В 2008 году окончила Самарский государственный аэрокосмический университет (СГАУ) по специальности «Прикладная математика и информатика». В 2010 году защитила кандидатскую диссертацию по специальности «Теоретические основы информатики» В настоящее время работает научным сотрудником в Институте систем обработки изображений РАН (ИСОИ РАН). Круг научных интересов включает обработку изображений, компрессию изображений, геоинформатику. Имеет более двадцати публикаций.

E-mail: [etimbai@smr.ru](mailto:etimbai@smr.ru).

**Elena Ivanovna Timbay** (b. 1985) graduated (2008) from the Samara State Aerospace University (SSAU), majoring in Applied Mathematics and Informatics. At 2011 she presented the thesis for getting PhD in Technical Sciences by the specialty "Theoretical basics of informatics". At the present time she is the research officer at the Samara Image Processing Systems Institute of the Russian Academy of Sciences (IPSI RAS). The sphere of her scientific interests includes image processing, image compression, geoinformatics. She has more then twenty scientific papers.

*Поступила в редакцию 1 октября 2011 г.*