



Графические форматы Интернета

# GIF и JPEG — ВЗГЛЯД ИЗНУТРИ

В современном Интернете сложно представить себе сайт, не содержащий вообще никакой графической информации, напротив, изображений становится все больше и больше. Однако основных растровых графических форматов с зарождения Web и по сей день существует всего лишь два — GIF и JPG.

**К**акой формат использовать для публикации иллюстраций в Интернете? Ответ на этот вопрос лежит в самих алгоритмах хранения и сжатия изображений. Впрочем, WWW подвержена своеобразному аскетизму, и когда у создателя web-странички возникнет идея порадовать своих посетителей какой-либо графикой, в 95% случаев изображения будут представлены как GIF или JPG.

## GIF

Сам поток данных представляет собой последовательность блоков и субблоков с информацией о графических образах. В

структуре GIF89a не предусмотрена какая-либо проверка с целью обнаружения ошибок при передаче данных. Корректность передачи, по замыслу создателей, должен обеспечивать протокол транспортного уровня.

Для построения графических изображений используются индексные цветовые таблицы. Информация о растре хранится в наборе субблоков данных (data sub-blocks), каждый из которых представляет собой массив 8-битных значений размером не более 255 байт. Под каждый пиксель графического изображения отводится индекс, связанный с активной цветовой »

» таблицей. Пиксели нумеруются по порядку слева направо и сверху вниз.

### Сжатие GIF

Как же происходит компрессия? При сжатии используется алгоритм LZW (названный по фамилиям Lempel-Ziv-Welch) с кодом переменной длины (Variable-Length-Code LZW Compression). Метод сжатия прост: из входного потока извлекается комбинация данных, которой присваивается определенный код (индекс). Этот код будет записан как в переводную таблицу (translation table), так и в выходной поток. Каждая последующая комбинация сначала сравнивается с ранее использованными значениями из таблицы, в положительном случае в выходной поток помещается соответствующий код. Иначе для данной комбинации генерируется новый индекс. Говоря проще, массив графических данных преобразуется в набор кодов, которые соответствуют либо цвету отдельного пикселя, либо определенной комбинации цветов.

Основной особенностью алгоритма является код переменной длины: если размерность индекса не позволяет присвоить новое значение, она автоматически увеличивается на 1 бит, при этом максимальная размерность равна 12 бит.

Знания о порядке нумерации пикселей и алгоритме компрессии можно эффективно использовать для оптимизации изображений. Например, вертикальный градиент в формате GIF намного предпочтительнее горизонтального: ведь сжатие происходит только в горизонтальной плоскости.

### Чередование строк

Модификация GIF89a предусматривает два варианта хранения данных: построчное (NonInterlaced) и с чередованием строк (Interlaced). При построчном варианте все строки изображения записываются подряд от начальной к конечной. Чересстрочный вариант предусматривает запись в 4 прохода по следующему алгоритму:

- ▶ **1 проход:** каждый 8-й ряд, начиная с 0-го ряда;
- ▶ **2 проход:** каждый 8-й ряд, начиная с 4-го ряда;
- ▶ **3 проход:** каждый 4-й ряд, начиная со 2-го ряда;
- ▶ **4 проход:** каждый 2-й ряд, начиная с 1-го ряда.

На практике уже после первого прохода браузеры выводят изображение без пустых строк... Как они это делают? Строки, информация о которых еще не получена браузером, заполняются по данным предыдущих строк, и качество улучшается от

прохода к проходу. Этот довольно умный шаг со стороны браузеров позволяет создать представление об изображении при загрузке всего 1/8 части исходной картинке.

### Прозрачность и анимация

Стандарт GIF предполагает использование в изображениях прозрачного цвета. Для этого в дополнительном блоке управления изображением (graphic control extension) выставляется флаг прозрачности (transparency flag): 0 — индекс прозрачности не указан; 1 — индекс прозрачности присутствует. Сам прозрачный цвет указывается числовым значением в поле «индекс прозрачности» (transparency index). Таким образом, если в графических данных встречается пиксель соответствующего цвета, он заменяется фоновым.

Обсуждая достоинства GIF, нельзя обойти вниманием возможность анимации. Что интересно, как следует из самого стандарта, GIF89a не предназначен для создания мультипликации, несмотря на такую возможность. И это сказано о самом популярном анимационном стандарте в WWW!

Реализация анимации стала возможной благодаря способности GIF89a хранить данные, специфичные для отдельного при- »



## Растровые форматы Web

### История трех революций

Формат GIF (Graphics Interchange Format), точнее, его первая модификация GIF87a, был предложен в 1987 году корпорацией CompuServe Incorporated специально для передачи растровых графических изображений по сети. В настоящее время используется модификация GIF89a, принятая, как вы уже догадались, в 1989 году. К ее достоинствам можно отнести отличную компрессию без потери качества контрастных изображений с небольшим количеством цветов, реализацию анимации и поддержку прозрачности (transparency). И так как стандарт GIF специально разработан для передачи графической информации в потоке, это делает его идеальным для использования в World Wide Web.

История JPEG берет свое начало в 1990 году, когда Объединенная группа экспертов в области фотографии (Joint Photographic Experts

Group, отсюда и аббревиатура JPEG) предложила схему сжатия, которая впоследствии стала стандартом де-факто для хранения неподвижных фотографических изображений. Обсуждение стандарта следует начать с того, что JPEG использует свое собственное цветовое пространство — YCbCr. Формулы приведения 8-битной RGB к YCbCr выглядят следующим образом:

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$$

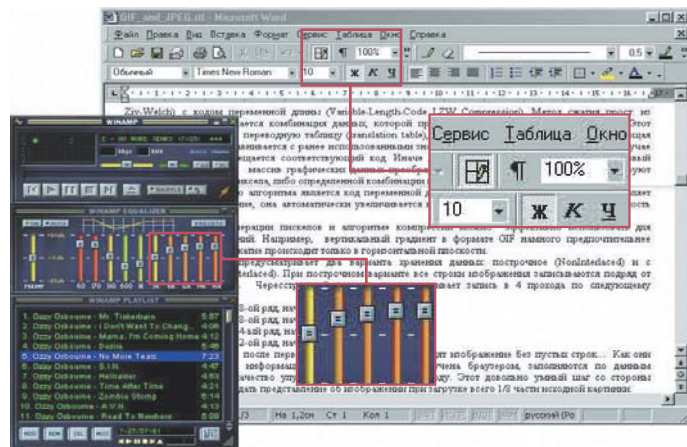
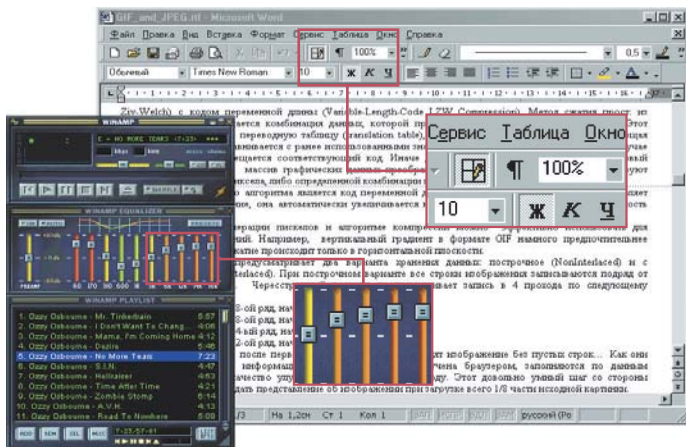
$$Cb = -0.1687 R - 0.3313 G + 0.5 B + 128$$

$$Cr = 0.5 R - 0.4187 G - 0.0813 B + 128$$

Величина Y названа яркостью. Фактически Y компонента — это черно-белый вариант изображения. Обратив внимание на весовые коэффициенты, можно заметить, что наибольшее значение придается зеленой составляющей, далее идут красная и синяя. Такова особенность человеческого глаза — он более чувствителен к зеленому цвету. Вели-

чины Cb и Cr иногда называются цветоразностью, они показывают количество синей и красной составляющих в выбранном цвете. Следует отметить, что в Интернете GIF и JPEG не являются альтернативой друг другу, а скорее прекрасным дополнением. При размещении малоконтрастных фотографий преимущества JPEG очевидны, в остальных случаях, в том числе для создания несложной анимации, используется GIF. Одним словом — идиллия.

В действительности же не все так просто, существует третий стандарт, поддерживаемый основными браузерами, — PNG (Portable Network Graphic), призванный заменить GIF. Однако намерения владельца алгоритма LZW (компания Unisys Corporation) обязать коммерческих разработчиков лицензировать его применение помешали широкому распространению PNG.



▲ Для четкой передачи текстовых и символьных мелких элементов интерфейса или при изначальном малом количестве цветов GIF идеален...

▲ ... а JPG начинает грешить большим количеством артефактов, даже когда файл рисунка в 2 раза больше его аналога в GIF-формате

» ложения. Графический файл может содержать несколько таких блоков, распознаваемых только конкретными приложениями. Например, Netscape использует этот блок данных для описания цикла смены изображений.

По своим возможностям GIF по праву может быть назван королем растровых форматов WWW. Однако существенное ограничение по глубине пикселя (всего лишь 256 цветов) образовало соответствующую нишу, и здесь JPEG был практически вне конкуренции.

**JPG**

Цветовое пространство YCbCr напрямую связано с особенностями анатомии. Как вы, наверное, помните из школьного курса, визуальными сенсорами человеческого глаза являются расположенные на сетчатке палочки и колбочки: за оттенки серого (в нашем случае это компонента Y) отвечают палочки, а за цветовое восприятие — Cb- и Cr-колбочки. И так как количество палочек превышает количество колбочек, чувствительность глаза к яркости цве-

та выше, чем к его оттенку. Однако не будем углубляться в детали анатомии.

Вообще, стандарт JPEG предполагает хранение изображений и с потерей, и без потери информации. В WWW применяется первый вариант, когда при кодировании используется дискретное косинусное преобразование (Discrete Cosine Transform — DCT), поэтому его мы рассмотрим подробнее. Любая графическая информация, обрабатываемая DCT-кодером, проходит три этапа: прямое дискретное косинусное преобразование (FDCT), квантование и компрессию.

**Дискретное косинусное преобразование**

Перед началом JPEG-кодирования изображение делится на блоки размером 8x8 пикселей, и каждый блок, используя FDCT-преобразование, трансформируется в 64 значения, называемые DCT-коэффициентами. Цель FDCT-трансформации состоит в том, чтобы из графических данных сформировать матрицы пространственных частот изменения яркости и оттенков. С точки зрения математики, данное преобразование

представляет собой разновидность преобразования Фурье, в результате которого строится новая матрица частотных коэффициентов: более низкие частоты располагаются в левом верхнем углу матрицы, они соответствуют малой степени детализации. Высокие частоты занимают правый нижний угол — впоследствии они будут проигнорированы вовсе.

**Квантование**

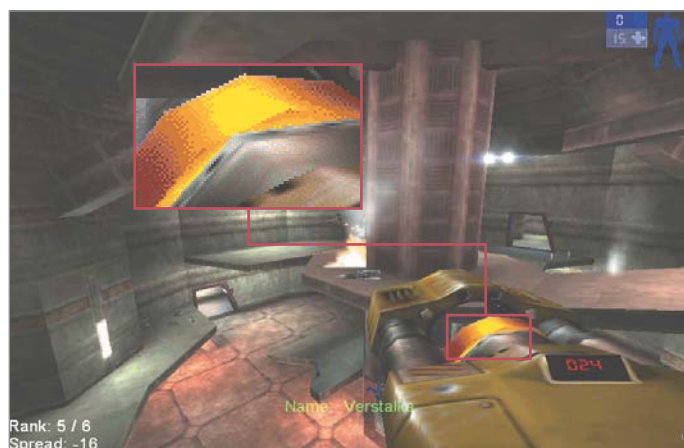
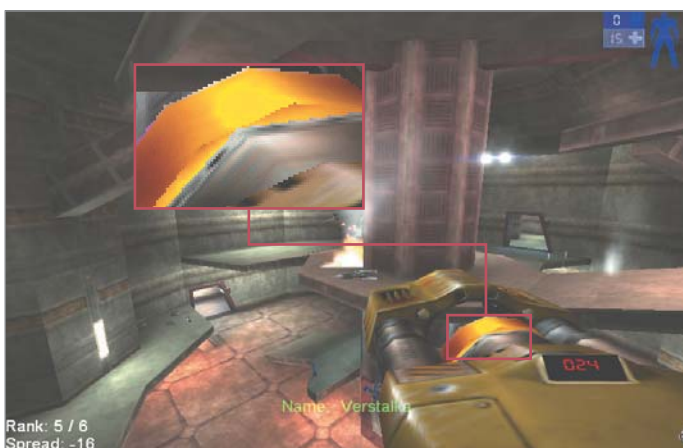
Для исключения высоких частот применяются таблицы квантования (quantization table): каждое значение из матрицы коэффициентов делится на соответствующее число из таблицы квантования, затем происходит округление до ближайшего целого. Замечу, что для яркости и оттенков таблицы квантования различны из-за того, что, как было уже замечено, человеческий глаз намного чувствительнее к яркости, чем к оттенку. Сама таблица представляет собой матрицу 8x8 элементов, в качестве примера можно привести рекомендованную стандартом таблицу квантования для яркости (см. табл. 1).

Таблица квантования							
16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

▲ Табл. 1. Матрица, используемая при квантовании яркости

Ресурс	Количество графических элементов		
	в формате GIF	в формате JPG	в формате PNG
www.rbc.ru	64	0	0
www.lenta.ru	10	20	0
www.gazeta.ru	445	17	0
www.omen.ru	25	2	0
www.anekdot.ru	9	1	0
www.fomenko.ru	85	8	0
www.freeware.ru	71	0	0
www.km.ru	52	12	0

▲ Табл. 2. Количество элементов растровой графики по форматам (данные по главным страницам на 22.02.2002)



▲ В JPG хорошо сохраняются изображения с богатой цветовой гаммой и малым количеством контрастных элементов

▲ Формат, способный передать только 256 цветов, в этом случае явно проигрывает

» Как видно из таблицы, величины квантования возрастают по направлению к правому нижнему углу матрицы. Таким способом исключается высокая детализация картинки. Чем больше числа в таблице квантования, тем меньше размер выходного файла, но хуже качество изображения.

**Компрессия**

После квантования матрица коэффициентов содержит довольно большое количество нулей, но данные еще не упорядочены. Первая величина обозначается DC-коэффициентом, это самая низкая квантованная частота. Далее, с увеличением индексов, располагаются более высокие частоты (AC-коэффициенты). Замечу, что DC-коэффициенты сжимаются отдельно от AC-коэффициентов.

DC-компрессия довольно проста: DC-кодер записывает в выходящий поток лишь разницу между предыдущим и текущим DC-коэффициентами. AC-компрессия происходит немного сложнее, для нее необходима дополнительная подготовка, заключаемая в формировании вектора в порядке увеличения частот, чтобы сформировать длинные последовательности нулей. Просмотр осуществляется по зигзагообразному алгоритму, его порядок можно представить в следующем виде:

- DC , AC1 , AC5 , AC6 , ...
- AC2 , AC4 , AC7 , ...
- AC3 , AC8 , ...
- AC9 , ...
- ...

Полученная последовательность сжимается по методу Хаффмана, хотя стандарт подразумевает и арифметическую компрессию. Итак, потеряв часть информации о яркости и оттенках и исключив высокие частоты, JPEG-компрессия помогает достичь величины выходного файла в 5% от исходного. Это просто потрясающий результат!

**PNG**

Новый формат PNG несколько удивил своими возможностями: улучшенная компрессия (по сравнению с GIF выигрыш может составить 5–25%, а на изображениях малого размера и до 50%); поддержка глубины цвета до 48 бит на пиксель и полупрозрачных слоев. Введение двумерного чередования данных, в отличие от одномерного у GIF, также поражает воображение.

Но вместе с тем — полное отсутствие поддержки анимации... и сразу становится очевидным, что выбранный путь — ту-

пиковый. За доказательствами далеко ходить не нужно, особенно ознакомившись с табл. 2.

**Заключение**

Итак, мы рассмотрели ситуацию с графическими форматами в Интернете, которая, скорее всего, сохранится и в ближайшем будущем.

Стремление большинства крупных сайтов к облегченной графике и легкому текстовому дизайну делает GIF безусловным лидером и не оставляет для других растровых форматов, кроме JPG, области применения.

JPG остается лидером при публикации фотографических и других изображений с большим количеством цветов и малой контрастностью.

Векторный формат Flash чувствует себя в Web все увереннее, однако векторная графика — это совсем другая, ничуть не менее интересная тема.

■ ■ ■ Сергей Хрипунов



JPEG2000

**Формат из 21 века**

Рассказывая подробно о компактных графических форматах, было бы несправедливо умолчать о том, что группа Joint Photographic Experts Group (JPEG) не остановилась на достигнутом в начале девяностых. Сравнительно недавно на суд общественности был представлен новый формат — JPEG2000. Вместо дискретно-косинусного в нем используется волновое преобразование. В результате такой компрессии изображение по-

лучается более гладким и четким, а размер файла по сравнению с JPEG уменьшается на треть. Помимо прочего, новый формат позволяет извлекать из файла данные поэтапно. Можно получать как грубое приближенное, так и хорошо детализированное итоговое изображение. При работе в Web это свойство позволит пользователям медленных линий быстро загружать изображения для предварительного просмотра.