

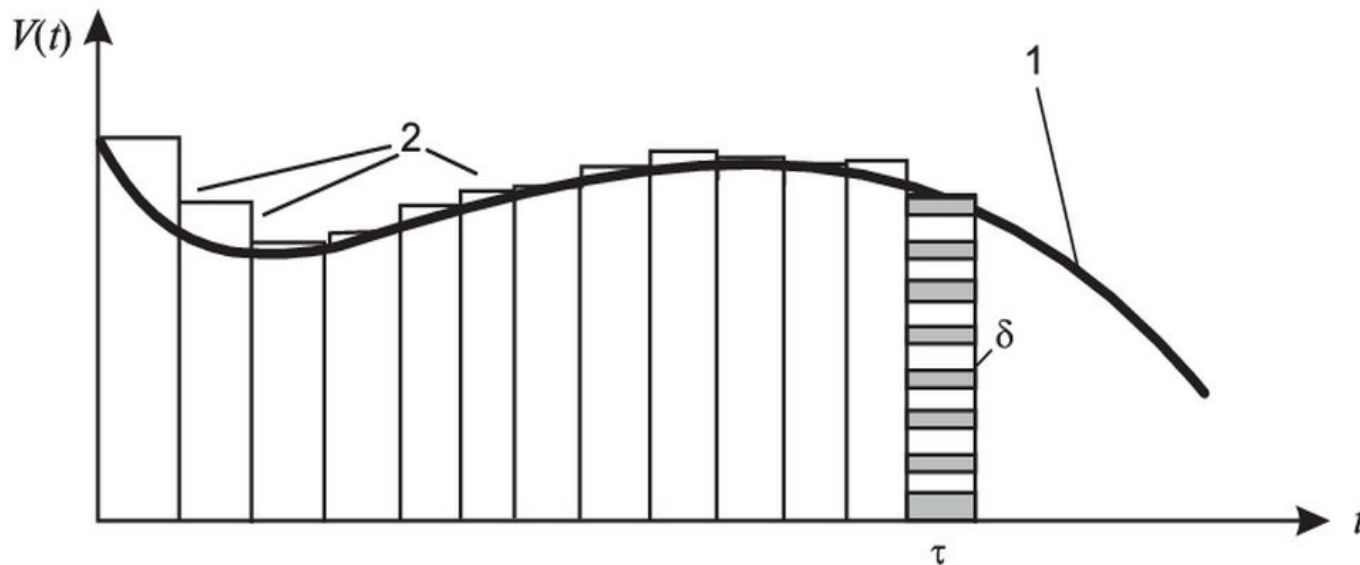
# **Мультимедийные технологии**

- Мультимедиа – совокупность программно-аппаратных средств, реализующих интегрированную обработку и представление информации в символьном, звуковом и зрительном виде.
- Мультимедиа представляет собой объединение нескольких способов подачи информации
  - текст,
  - неподвижные изображения (рисунки и фотографии),
  - движущиеся изображения (мультипликация и видео),
  - звук (цифровой и MIDI) в интерактивный продукт.
- Появление систем мультимедиа, безусловно, производит большие изменения в таких областях, как образование, компьютерный тренинг, во многих сферах профессиональной деятельности, науки, искусства, в компьютерных играх и т. д.

# 1. Обработка аудиоинформации

- **Аналого-цифровое преобразование**  
Аналого-цифровое (дискретное) преобразование (АЦП) – (ADC – analog-to-digital conversion) – заключается в формировании последовательностей  $n$  – разрядных двоичных слов, представляющих с заданной точностью аналоговые сигналы. В необходимых случаях осуществляется обратное – *дискретно-аналоговое (цифроаналоговое преобразование – ЦАП, DAC)*.
- Более чем тридцатилетнее развитие теории и практики ЭВМ приводит к вытеснению (в том числе и на бытовом уровне) аналоговых устройств и сигналов цифровыми. Наиболее популярным примером является аудиокompакт-диск (digital audio CD).

- В этом случае звуковой сигнал (см. рис.) сначала преобразуется в дискретную аппроксимацию («многоуровневый ступенчатый сигнал»), при этом происходит квантование по времени, которое заключается в измерении (*sampling*) в дискретные моменты необходимого параметра аналогового сигнала.
- При *квантовании по амплитуде* каждая ступенька представляется последовательностью бинарных цифровых сигналов. Принятый в настоящее время стандарт CD использует так называемый «16-разрядный звук с частотой сканирования 44 кГц».



**Рис. 3.1.** Аналоговый сигнал (1) и его дискретная (цифровая) аппроксимация (2) (оцифровка);  $\tau$  — период дискретизации (*sampling rate*);  $\delta$  — уровни квантования по амплитуде

- Количество выборок в секунду, т. е. частота дискретизации аналогового звукового сигнала, также может принимать различные значения: 5,5, 11, 22 и 44 кГц. Таким образом, качество звука в дискретной форме может быть очень плохим (качество радиотрансляции) при 8 битах и 5,5 кГц и очень высоким (качество аудиоCD) при 16 битах и 44 кГц.
- Поскольку компакт-диск – стереосистема, необходимо записывать два 16-разрядных слова каждый 44 100 раз в секунду. Это удается в пределах 176,4 Кбайт/с, 10,58 Мбайт/мин или 635 Мбайт/ч. Самый распространенный формат файла цифровой звукозаписи на ПК – WAV.
- Для записи звука к звуковой плате может быть подключен микрофон или устройство воспроизведения звука (магнитофон, CD-плеер). Для воспроизведения звука к ее выходу могут быть подключены акустические колонки или наушники, а также любая акустическая система (магнитофон, музыкальный центр и т. д.).
- Запись и редактирование аудиоматериалов требует большое пространство жесткого диска – при качестве компакт-диска звучание 10 мин потребует более чем 100 Мбайт. Чем быстрее диск и подсистема ввода-вывода, тем легче работать с такими большими файлами.

# Звуковые платы

Звуковая плата ПК содержит несколько аппаратных систем, связанных с производством и сбором аудиоданных, две основные аудиоподсистемы, предназначенные для цифрового «аудио-захвата», синтеза и воспроизведения музыки. Исторически подсистема синтеза и воспроизведения музыки генерирует звуковые волны одним из двух способов:

- через внутренний синтезатор (например, ЧМ-синтезатор);
- проигрывая оцифрованный (sampled) звук.

Секция цифровой звукозаписи звуковой платы состоит из пары 16-разрядных преобразователей – ЦАП и АЦП и содержит программируемый генератор частоты выборки, синхронизирующий преобразователи и управляемый от ЦП. Компьютер передает оцифрованные звуковые данные к преобразователям или обратно. Частота преобразования обычно кратна (или составляет часть от) 44,1 кГц.

Большинство плат использует один или более каналов прямого доступа к памяти, некоторые платы также обеспечивают прямое цифровое подключение S/PDIF (или SPDIF). Кабель передачи SPDIF (Sony/Philips Digital InterFace – Цифровой Интерфейс Sony/Philips) может быть оформлен в двух видах: коаксиальный и оптический. Входы и выходы коаксиального SPDIF выполнены на разъемах типа RCA. Оптический SPDIF использует для передачи данных оптический кабель, входы и выходы которого выполнены на разъемах типа Toslink.

Генератор звука, установленный на плате, использует процессор цифровых сигналов (Digital Signal Processor – DSP), который проигрывает требуемые музыкальные ноты, объединяя их считывание из различных областей звуковой таблицы с различными скоростями, чтобы получить требуемую высоту тона. Максимальное количество доступных нот связано с мощностью DSP-процессора и называется полифонией платы.

DSP-процессоры используют сложные алгоритмы, чтобы создать эффекты наподобие реверберации, хорового звучания и запаздывания. Реверберация создает впечатление, что инструменты играют в больших концертных залах. Хор используется, чтобы создать впечатление, что несколько инструментов играют совместно, тогда как фактически есть только один. Добавление запаздывания к партии гитары, например, может дать эффект пространства и стереозвучания.

# Частотная модуляция

Первой широко распространенной технологией, которая используется в звуковых платах, была частотная модуляция (ЧМ, Frequency Modulation – FM), разработанная в начале 1970-х гг. Дж. Чоунингом (Стэнфордский университет).

Синтез с использованием частотной модуляции (FM-synthesis) основывается на последовательном и параллельном подключении генераторов простых сигналов и их взаимомодуляции. Схема соединения генераторов и параметры каждого сигнала (частота, амплитуда и закон их изменения во времени) определяют тембр звучания, а количество генераторов степень тонкости управления ими определяет предельное количество синтезируемых тембров. Данный метод очень удобен с точки зрения дешевизны реализации, но при этом требует сложного программирования и тонкой настройки. Использовался в большинстве звуковых PC-карт в виде стандартных GM-устройств, а также активно популяризировался фирмой Yamaha и ее модельным рядом синтезаторов GX.

Каждый голос ЧМ-синтезатора требует минимум двух генераторов сигнала, обычно называемых «операторами». Различные конструкции ЧМ-синтезатора имеют различные степени управления параметрами оператора. Сложные системы ЧМ могут использовать 4 или 6 операторов на каждый голос, и операторы могут иметь корректируемые параметры, которые позволяют настроить скорость нарастания и угасания сигнала

# Табличный синтез

(WaveTable synthesis или PCM-synthesis). Здесь используются выборки звуков реальных инструментов – небольших сэмплированных «кусочков» звуковой волны, определенный набор которых позволяет создать звучание инструмента, смоделировать интересные звуки. Активно используется в PPG, Waldorf, Korg DW-8000, Ensoniq ESQ-1 и ряде других синтезаторов.

Выборка – цифровое представление формы звука, произведенного инструментом. Платы, использующие ISA, обычно сохраняют выборки в ROM, хотя более новые PCI-изделия используют основную системную оперативную память ПК, которая загружается при запуске ОС (например, Windows) и может включить новые звуки.

В то время как все звуковые платы ЧМ звучат аналогично, платы звуковых таблиц значительно отличаются по качеству. Качество инструментов определено несколькими факторами:

- качество первоначальной записи;
- частота, на которой выборки были записаны;
- количество выборок, использованных для каждого инструмента;
- методы сжатия, использованные для сохранения выборки.

Большинство инструментальных выборок записаны в стандарте 16 бит и 44,1 кГц, но многие изготовители сжимают данные так, чтобы больше выборок или инструментов можно было записать в ограниченный объем памяти. Однако сжатие часто приводит к потере динамического диапазона или качества.



# Другие методы звукового синтеза

- Аддитивный или суммирующий синтез (additive synthesis). Данный метод прекрасно иллюстрируют первые модели от Hammond, которые были основаны на принципе построения звучания реальных органов. В его основе лежит следующая идея – создание сложных гармонически насыщенных звуков из простых изменяющихся синусоидальных волн, различных по амплитуде и/или частоте.
- Вычитающий синтез (subtractive synthesis). Данный метод противоположен предыдущему. В качестве исходного берется тембрально богатый, насыщенный гармониками звук, а потом в результате сложной фильтрации из него формируется определенный тембр с характерной тоновой окраской.
- Direct Draw. В ряде синтезаторов используются осцилляторы, генерирующие звуковые волны со стандартными формами (синусоида, прямоугольная, пилообразная и т. п.). В варианте Direct Draw пользователь может самостоятельно рисовать любые Формы.
- Гранулированный синтез (Granular synthesis). Является частным случаем таблично-волнового синтеза. Звук формируется из коротких сэмплированных фрагментов звуковой волны. Результате взаимодействия частоты их повторения и частотных составляющих сэмплированной звуковой формы получается тембрально сложный монотонный звук, который впоследствии можно обрабатывать методами вычитающего синтезирования. Одна из первых реализаций подобного была в программе Ross Bencina AudioMulch.

- Сэмплинг (Sample playback). Данный метод базируется на использовании сэмплированных (записанных) инструментов и воспроизведении их в режиме обычного проигрывателя. Небольшие звуковые фрагменты, из которых складывается звучание инструмента, загружаются в память (ROM или RAM) и затем воспроизводятся.
- Ресинтезированный PCM (Resynthesized (RS) – PCM). Этот метод синтеза был введен фирмой Roland и основан на анализе сэмплированного звука и его последующего воссоздания аддитивным методом синтеза.
- Линейно-арифметический синтез (Linear/ Arithmetic (L/A) synthesis). Этот метод также был введен фирмой Roland в конце 80-х гг., начиная с модели D-50. За основу концепции L/A synthesis было взято смешивание небольшого фрагмента сэмпла «живого» инструмента (обычно атаки) с синтезированной волновой формой. Этот метод позволяет дать натуральную звуковую окраску, близкую к реальному звучанию, при этом получается выигрыш в меньшей загрузке аппаратных вычислительных мощностей.
- Передовое интегрирование (Advanced Integrated synthesis). Данный метод был впервые представлен в модели Korg M-1. Он использует сэмплированную атаку и другие волновые формы, которые впоследствии обрабатываются методами вычитающего синтеза, при этом для получения качественно новых звуков дополнительно могут использоваться сложные эффект – процессоры.
- Синтез переменной архитектуры (VAST – Variable Architecture Synthesis Technology). Разновидность DSP-синтеза, основанная на комбинировании мощных вычислений по формированию пэчей, включая сэмплированные звуки, добавление сложных эффектов и открытую архитектуру.

- Z-Plane synthesis. Данный метод синтезирования является уникальной разработкой и впервые был представлен в звуковом модуле E-mu Systems Morpheus. Его суть состоит в следующем – берутся две волновые формы разных инструментов и одна промежуточная для плавного перетекания от первой ко второй.
- Синтез физического моделирования (Physical deling synthesis). За основу данного метода берется сложная математическая модель, которая полностью описывает формирование звука в инструменте. Впервые этот вид синтезирования был представлен в модельном ряде синтезаторов Yamaha VL-1 и VL-7 а теперь используется повсеместно, хотя до полноценного математического повторения реальных физических процессов еще далеко.
- Синтез по математической функции (Mathematical function synthesis). Также частный случай физического моделирования, с помощью которого можно вкладывать математические функции, объединять их в функциональные блоки, а из них создавать математические алгоритмические модели. Вернее сказать, что этот метод является одним из простейших разделов физического моделирования. Он хорошо подходит для эмуляции аналоговых синтезаторов.
- Спектральный синтез (Spectral synthesis). Это даже не метод, а скорее способ создания сложных гармонических звуков. За основу их построения берется обыкновенная спектрограмма (графическое представление зависимости частоты от амплитуды)

## 2. Форматы записи-воспроизведения аудиосигналов

- **Формат MP3**

MP3 – сокращение от MPEG Layer3. Это один из основных цифровых форматов хранения аудио, разработанный Fraunhofer IIS и THOMSON, позднее утвержденный как часть стандартов сжатого видео и аудио MPEG1 и MPEG2. Данная схема является наиболее сложной схемой семейства MPEG Layer 1/2/3. Она требует наибольших затрат машинного времени для кодирования по сравнению с двумя другими и обеспечивает более высокое качество кодирования. Используется главным образом для передачи аудио в реальном времени по сетевым каналам и для кодирования Audio CD.

Высокая степень компактности MP3 при сохранении качества звучания достигается с помощью дополнительного квантования по установленной схеме, позволяющей минимизировать потери качества.

Степень сжатия и, соответственно, объем дополнительного квантования, определяются не форматом, а самим пользователем при задании параметров кодирования.

- **Процесс кодирования.**

Перед кодированием исходный сигнал разбивается на участки, называемые фреймами, каждый из которых кодируется отдельно и помещается в конечный файл независимо от других.

Последовательность воспроизведения определяется порядком Расположения фреймов. Каждый фрейм может кодироваться с разными параметрами. Информация о них содержится в заголовке фрейма.

Кодирование начинается с того, что исходный сигнал с помощью фильтров разделяется на несколько, представляющих отдельные частотные диапазоны, сумма которых эквивалентна исходному сигналу.

Для каждого диапазона определяется величина маскирующего эффекта, создаваемого сигналами соседних диапазонов и сигналом предыдущего фрейма. Если она превышает мощность сигнала интересующего диапазона или мощность сигнала в нем оказывается ниже определенного опытным путем порога слышимости, то для данного фрейма данный диапазон сигнала не кодируется.

Для оставшихся данных каждого диапазона определяется, сколькими битами на сэмпл можно пожертвовать, чтобы потери от дополнительного квантования были ниже величины маскирующего эффекта. При этом учитывается, что потеря одного бита ведет к внесению шума квантования величиной порядка 6дБ.

После завершения работы психоакустической модели формируется итоговый поток, который дополнительно кодируется по Хаффману,

# Другие форматы

## WAV.

Формат WAV является метаформатом для данных любого типа. Имеет стандартный заголовок и описания областей данных, которых может быть несколько, способ же кодирования аудиосигнала может быть каким угодно. Вполне могут содержаться данные, не имеющие отношения к аудио.

Каждый метод кодирования, указываемый в заголовке, имеет собственный идентификатор, в соответствии с которым Windows и определяет, установлен ли кодек для работы с данным файлом, и если установлен – подключает его.

Кодеки, индивидуальные для каждого подформата, регистрируются в системе при их установке, после чего становится возможным использовать WAV-файлы, содержащие аудиоданные в форматах, поддерживаемых данными кодеками.

Стандарт MP3 не определяет никакого точного стандартного математического алгоритма кодирования, его разработка целиком и полностью остается на совести разработчиков кодеров. Вместо этого он определяет общую схему процесса кодирования, а также формат закодированного фрейма. Сами последовательности фреймов могут передаваться потоком (streaming) или храниться в файлах.

Часто к последовательности фреймов добавляют стандартный заголовок мета-аудиоформата WAV и получается то, что называют **WAV-MP3**.

## **VQF**

Этот формат разработан компанией NTT. Алгоритм кодирования широко не разглашается, но если сравнить результаты кодирования в форматах VQF и MP3, то можно заключить, что алгоритмы имеют очень мало общего и основаны на совершенно разных подходах к сжатию звука.

Самая сильная сторона формата – степень сжатия. VQF-файл с компрессией 80 кбит/с по качеству идентичен MP3-файлу, записанному в 128 кбит/с, степень сжатия превосходит MP3 более чем на 30 %. Главный недостаток алгоритма – высокое потребление системных ресурсов.

## **WMA**

В 1998 г. компания Voxware присоединилась к проекту TwinVQ и в его составе участвовала в разработке формата VQF. Через некоторое время компания отделилась от проекта и на основе разработок VQF создала новый формат, получивший название Voxware Audio Codec 4.0. Он стал первым алгоритмом сжатия, обеспечивающим качество 128 кбит/с MP3-файлов при цифровом потоке в 64 кбит/с.

## **OGG Vorbis**

Этот формат был опубликован летом 2000 г. В это же время появилась бета-версия его кодера. После втрое более медлительного по сравнению с WMA процесса кодирования на выходе при 128 кбит/с получается звук, близкий к оригинальной записи.

В файле OGG может содержаться до 255 каналов, т. е. можно кодировать многоканальные потоки вроде Dolby Digital. Кроме того, в OGG-файлы можно встраивать графические изображения и тексты, которые могут возникать по ходу воспроизведения.

## **MP3Pro.**

Создателем MP3Pro является частная компания Coding Technologies. Созданная в 1997 г., компания занимается Разработкой и маркетингом кодеков на основе технологии SBR (Spectral Band Replication). У Coding Technologies два солидных стратегических партнера – Fraunhofer Institute и Thomson Multimedia.

Своим появлением она обязана возникновению потребности передачи цифровой музыки в реальном времени через Internet (Internet-радио и т. д.), а также для мобильных компьютеров и различных портативных цифровых плееров. Ограниченная скорость передачи или малый объем памяти вынуждают использовать низкие битрейты при сжатии музыки применяя форматы MP3 или AAC. Использование более скоростных способов связи, таких, как ISDN или xDSL, не обеспечивает постоянного потока данных из-за перегрузки сети Internet

Формат MP3 Pro в отличие от стандартного MP3 содержит два потока, один из которых обычный Layer III-поток, а второй содержит информацию, на основе которой декодер восстанавливает самые верхние частоты. Поэтому файл, сжатый с использованием MP3Pro (имеющий расширение \*.mp3), может быть воспроизведен и обычным проигрывателем, но с частотой дискретизации 22 кГц, так как плеер воспримет только первый поток.



# 3.3. Технологии статических изображений

- **Растровая и векторная информация**

Существуют два основных принципа формирования изображения. Первый – путем нанесения на поверхность рисунка совокупности точек разного цвета, плотности, яркости (как это и происходит в цветной или черно-белой полиграфии), второй – путем вычерчивания и заштриховывания (графика или гравюра).

Оба этих подхода сохранились и в компьютерную эру, только точечное изображение получило наименование растрового, рисованное – векторного. Кроме того, компьютеризация привела к созданию нового подхода к графике – фрактальный. Фрактал – это объект, отдельные элементы которого наследуют свойства родительских структур. Фракталы позволяют детально описывать целые классы изображений с расходом относительно малого количества памяти, однако к изображениям вне этих классов фракталы плохо применимы.

Большинство устройств ввода-вывода данных в ЭВМ имеют дело с растровой информацией, хотя векторное изображение более экономично, например, чтобы провести прямую, при векторном подходе достаточно задать координаты ее начала и конца (четыре числа,  $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ ) в то время как растровое описание требует задания всех точек прямой (а их может быть несколько сотен или тысяч). Более того, векторное представление легко масштабируется, что и используется в форматах документов PostScript, PDF и пр.

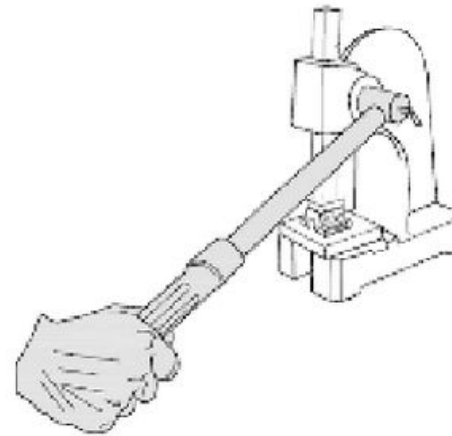
Поэтому перед разработчиками информационных систем стоит важная проблема – векторизация растрового изображения. Этот процесс называется трассировкой. Программа трассировки отыскивает группы пикселей с одинаковым цветом, а затем создает соответствующие им векторные объекты



*a*



*б*



*в*

**Рис. 3.9.** Эффект масштабирования растрового изображения (число пикселей не изменяется, форматы типа jpeg, gif, png) (*a*); масштабирование векторного изображения (формат svg) (*б*); векторизация растрового изображения (*в*)

- **Схемы цветообразования**

Цвета одних предметов человек видит потому, что они излучают свет, а других – потому, что они его отражают. Когда предметы излучают свет, они приобретают тот цвет, который мы видим. Когда они отражают свет (бумага, например), их цвет определяется цветом падающего на них света и цветом, который эти объекты отражают.

Сегодня диаметрально противоположные способы генерации цвета мониторов и принтеров являются основной причиной искажения экранных цветов при печати. Для того чтобы получать предсказуемые результаты на экране и печати, нужно хорошо представлять работу двух противоположных систем описания цвета в компьютере: *аддитивной* и *субтрактивной*

- **Аддитивные и субтрактивные цвета.**
- Аддитивный цвет (от англ. add – суммировать, складывать) образуется при соединении лучей света разных цветов. В этой системе используются три основных цвета – красный, зеленый и синий (RGB). Если их смешать друг с другом в равной пропорции, они образуют белый цвет, а при смешивании в разных пропорциях – любой другой, отсутствие же всех основных цветов представляет черный цвет. Система аддитивных цветов работает с излучаемым светом, например от монитора компьютера.
- В системе субтрактивных цветов (от англ. subtract – вычитать) происходит обратный процесс – вы получаете какой-либо цвет, вычитая другие цвета из общего луча отраженного света. В этой системе белый цвет появляется в результате отсутствия всех цветов, тогда как их присутствие дает черный цвет. Система субтрактивных цветов работает с отраженным светом, например от листа бумаги. Белая бумага отражает все цвета, окрашенная – некоторые поглощает, а остальные отражает.
- В системе субтрактивных цветов основными являются голубой, пурпурный и желтый цвета (CMY), противоположные красному, зеленому и синему. Когда эти цвета смешиваются на белой бумаге в равной пропорции, получается черный цвет. Вернее, предполагается, что должен получиться черный цвет. В действительности типографские краски поглощают свет не полностью и поэтому комбинация трех основных цветов выглядит темно-коричневой. Чтобы исправить возникающую неточность, для представления тонов черного цвета принтеры добавляют немного черной краски. Систему цветов, основанную на таком процессе четырехцветной печати, принято обозначать аббревиатурой CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black).

- **Цветовые модели HSB и HSL.**

Системы цветов RGB и CMYK базируются на ограничениях, накладываемых аппаратным обеспечением (мониторами и сканерами в случае с RGB и типографскими красками в случае со CMYK). Более логичным способом описания цвета является представление его в виде тона, насыщенности и яркости – система HSB. Она же известна как система HSL (тон, насыщенность, освещенность).

Тон представляет собой конкретный оттенок цвета на цветовом круге, отличный от других: красный, зеленый, голубой и т. п. Насыщенность цвета характеризует его относительную интенсивность (или чистоту). Уменьшая насыщенность, например красного, мы делаем его более пастельным, приближаем к серому. Яркость (или освещенность) цвета показывает величину затемнения или осветления исходного оттенка.

HSB имеет перед другими системами важное преимущество она больше соответствует природе цвета, хорошо согласуется с моделью восприятия цвета человеком. Многие оттенки можно быстро и удобно получить в HSB, конвертировав затем в RGB или CMYK, доработав в последнем случае, если цвет был искажен.

- **Цветовая модель Grayscale.**

Цветовая модель Grayscale представляет собой ту же индексированную палитру, где вместо цвета пикселям назначена одна из 256 градаций серого.

# Форматы графических файлов

- **Сжатие информации.**

Объем обрабатываемой и передаваемой информации быстро растет. Это связано с выполнением все более сложных прикладных процессов, появлением новых информационных служб, использованием изображений и звука. Сжатие данных (data compression) – процесс, обеспечивающий уменьшение объема данных. Сжатие позволяет резко уменьшить объем памяти, необходимой для хранения данных, сократить (до приемлемых размеров) время их передачи. Особенно эффективно сжатие изображений. Сжатие данных может осуществляться как программным, так и аппаратным или комбинированным методом.

Сжатие текстов связано с более компактным расположением байтов, кодирующих символы. Определенные результаты дает статистическое кодирование, в котором наиболее часто встречающиеся символы имеют коды наименьшей длины. Здесь также используется счетчик повторений пробелов. Что же касается звука и изображений, то объем представляющей их информации зависит от выбранного шага квантования и числа разрядов аналого-дискретного преобразования. В принципе, здесь используются те же методы сжатия, что и при обработке текстов. Если сжатие текстов происходит без потери информации, то сжатие звука и изображения почти всегда приводит к ее некоторой потере. Сжатие широко используется при архивировании данных.

Размер файла, в котором сохраняется изображение, существенно зависит от формата файла, а это – важная характеристика технологии, поскольку высокие разрешающие способности, поддерживаемые многими современными сканерами, могут при вести к созданию файлов размером до 30 Мбайт для страницы формата А4.

# Методы сжатия графики

- **RLE** (Run Length Encoding кодирование длины серий)

При сжатии методом RLE последовательность повторяющихся величин (например, набор бит для представления пикселя) заменяется парой – повторяющейся величиной и числом ее повторений. Метод сжатия RLE используется в некоторых графических форматах, например в PCX.

Сжатие методом RLE наиболее эффективно для изображений, которые содержат большие области однотонной закрашки, и наименее эффективно для отсканированных фотографий, так как в них нет длинных последовательностей одинаковых видеопикселей.

- **LZW** (назван так по первым буквам его разработчиков Lempel, Ziv, Welch)

основан на поиске повторяющихся узоров в изображении. Сильно насыщенные узорами рисунки могут сжиматься до 0,1 их первоначального размера. Метод сжатия LZW применяется для файлов форматов TIFF и GIF; при этом данные формата GIF сжимаются всегда, а в случае формата TIFF право выбора возможности сжатия предоставляется пользователю. Существуют варианты формата TIFF, которые используют другие методы сжатия. Это означает, что возможна ситуация, когда файл в формате TIFF не может быть прочитан некоторой графической программой, хотя она должна «понимать» этот формат.

- Метод сжатия **JPEG** разработан группой экспертов по фотографии (Joint Photographic Experts Group) обеспечивает высокий коэффициент сжатия для рисунков фотографического качества. Сжатие по JPEG сильно уменьшает размер файла с растровым рисунком (возможен коэффициент сжатия 100:1). Высокий коэффициент сжатия достигается за счет сжатия с потерями, при котором в результирующем файле теряется часть исходной информации. Метод JPEG использует тот факт, то в то время как человеческий глаз чувствителен к изменению яркости, изменения цвета он замечает хуже. Поэтому при сжатии этим методом запоминается больше информации о разнице между яркостями пикселей и меньше – о разнице между их цветами. Уровень сжатия (степень потери данных) может изменяться, но даже при задании максимального качества JPEG теряет некоторые подробности. Количество доступных уровней сжатия зависит от используемого для редактирования изображений программного обеспечения.

# Растровые форматы

- **ВМР** (BitMaP — точечный рисунок)

Основной формат растровой графики в ОС Windows. Для имени файла, представленного в ВМР-формате, чаще всего используется расширение .bmp, хотя некоторые файлы имеют расширение .rle, что обычно указывает на то, что произведено сжатие растровой информации файла одним из двух способов сжатия RLE, которые допустимы для файлов ВМР-формата.

В файлах ВМР информация о цвете каждого пикселя кодируется 1, 4, 8, 16 или 24 битами (бит/пиксель). Числом бит/пиксель, называемым также цветовой глубиной, определяется максимальное число цветов в изображении. Изображение при глубине 1 бит/пиксель может иметь всего два цвета, а при глубине 24 бит/пиксель – более 16 млн ( $2^{24}$ ) различных цветов.

Файл разбит на четыре основных раздела – заголовок файла Растровой графики, информационный заголовок растрового массива, таблица цветов и собственно данные растрового массива. Заголовок файла растровой графики содержит информацию о файле, в том числе адрес, с которого начинается область данных растрового массива. В информационном заголовке массива содержатся сведения об изображении, хранящемся в файле (например, высоте и ширине в пикселях). В таблице цветов представлены значения основных цветов RGB (красный, зеленый, синий) для используемых в изображении цветов.



- **PCX**

Первый стандартный формат файлов для растровой графики в компьютерах систем IBM PC. На этот формат, применявшийся в программе Paintbrush фирмы ZSoft, в начале 1980-х гг. фирмой Microsoft была приобретена лицензия, затем он распространялся вместе с изделиями Microsoft, в дальнейшем был преобразован в Windows Paintbrush и начал распространяться с Windows.

Файлы PCX включают три части – заголовок PCX, данные растрового массива, факультативную таблицу цветов. Заголовок (128-байтовый) содержит несколько полей данных, в том числе о размере изображения и количестве бит для кодирования цветовой информации каждого пикселя. Информация растрового массива сжимается с использованием метода RLE; факультативная таблица цветов в конце файла содержит 256 значений цветов RGB, определяющих цвета изображения. Кодирование цвета каждого пикселя в современных изображениях PCX может производиться с глубиной 1, 4, 8 или 24 бит.

- **TIFF** (Tagged Image File Format – формат файлов изображения, снабженных тегами).

Если PCX – один из самых простых для декодирования форматов растровой графики, то TIFF – один из самых сложных. Файлы TIFF имеют расширение tif. Каждый файл начинается 8-байтовым заголовком файла изображения (IFH), важнейший элемент которого – каталог файла изображения (Image File Directory – IFD) – служит указателем к структуре данных. IFD представляет собой таблицу для идентификации одной или нескольких порций данных переменной длины, называемых тегами, хранящими информацию об изображении. В спецификации формата файлов TIFF определено более 70 различных типов тегов. Например, тег, хранящий информацию о ширине изображения в пикселях, или о его высоте, или таблица цветов (при необходимости), или сами данные растрового массива. Изображение, закодированное в файле TIFF, полностью определяется его тегами, и этот формат файла легко расширяется, поскольку для придания файлу дополнительных свойств достаточно определить дополнительные типы тегов.

- **GIF** (Graphics Interchange Format – формат обмена графическими данными, произносится «джиф»)

разработан компанией CompuServe (расширение – gif). Структура файла зависит от версии GIF-спецификации (распространены две версии – GIF 87a и GIF89a). Независимо от номера версии файл GIF начинается с 13-байтового заголовка, содержащего сигнатуру, которая идентифицирует этот файл в качестве GIF-файла, номер версии GIF и другую информацию. Если файл хранит только одно изображение, вслед за заголовком обычно располагается общая таблица цветов, определяющая палитру изображения. Если в файле хранится несколько изображений, то вместо общей таблицы цветов каждое изображение сопровождается ложной таблицей цветов.

Основные достоинства GIF: 1) широкое распространение этого формата, 2) компактность.

Недостатки: 1) в изображениях, хранящихся в виде GIF-файла, не может быть использовано более 256 цветов, 2) разработчики программ, использующие в них форматы GIF, должны иметь лицензионное соглашение с CompuServe и вносить плату за каждый экземпляр программы.

- **PNG** (Portable Network Graphic – переносимый сетевой формат, произносится «пинг», расширение – .png)

был разработан для замены GIF, чтобы обойти юридические препятствия, стоящие на пути использования GIF-файлов. PNG унаследовал многие возможности GIF и, кроме того, позволяет хранить изображения с истинными цветами. Еще более важно, что он сжимает информацию растрового массива в соответствии с вариантом пользующегося высокой репутацией алгоритма сжатия LZ77 (предшественника LZW), которым любой может пользоваться бесплатно.

- **JPEG** (произносится «джейпег», расширение – .jpg) был разработан компанией C-Cube Microsystems как эффективный метод хранения изображений с большой глубиной цвета, например, получаемых при сканировании фотографий с многочисленными едва уловимыми оттенками цвета. Используется алгоритм JPEG-сжатия с потерями информации.

*Таблица 3.2. Сравнительные характеристики различных графических файлов*

Формат обмена графическими данными	Размер файла, Кбайт	Число цветов
BMP – RGB	1 Мбайт	16,7 млн
BMP – RLE	83	256
PCX	189	16,7 млн
TIFF	1 Мбайт	16,7 млн
TIFF – LZW compression	83	16,7 млн
GIF	31	256
JPEG – минимальное сжатие	185	16,7 млн
JPEG – минимальное прогрессивное сжатие	150	16,7 млн
JPEG – максимальное сжатие	20	16,7 млн
JPEG – максимальное прогрессивное сжатие	16	16,7 млн

# Векторные форматы

Файлы векторного формата содержат описания рисунков в наборе команд для построения простейших графических объектов (линий, окружностей, прямоугольников, дуг и т. д.). Кроме того, в этих файлах хранится некоторая дополнительная информация. Различные векторные форматы отличаются набором команд и способом их кодирования.

- **WMF** (Windows Metafile) – формат, доступный большинству приложений Windows, так или иначе связанными с векторной графикой, служит для передачи векторов через буфер обмена (Clipboard). Однако может исказить цвет, не сохранять ряд параметров, которые могут быть присвоены объектам в различных векторных редакторах, не воспринимается программами Macintosh.
- **EPS** (Encapsulated PostScript) – упрощенный PostScript, может использоваться большинством настольных издательских систем и векторных программ, некоторыми растровыми программами. Однако не может содержать в одном файле более одной страницы, не сохраняет ряд установок для принтера.
- **DXF** (Drawing Interchange Format) используется всеми программами САПР, многими векторными редакторами, некоторыми издательскими системами.
- **CGM** (Computer Graphics Metafile) используется в программах редактирования векторных рисунков, САПР и издательских системах.
- **SVG** (Scalable Vector Graphics) – расширение языка XML, предназначенное для того, чтобы описать двумерную векторную графику как статическую, так и анимированную. SVG допускает три типа графических объектов: 1) векторные графические формы (например контуры, состоящие из прямых и кривых линий и областей, ограниченных ими); 2) растровая графика, представляющая оцифрованные образы; 3) текст.

# Цифровое видео.

## Основные принципы

Известны три формы кодирования сигнала телевидения:

- система PAL (использует большинство стран Европы);
- Франция, Россия и некоторые восточно-европейские страны используют SECAM, который отличается от системы PAL только в тонкостях, однако этого достаточно, чтобы они были несовместимыми;
- США и Япония используют систему NTSC.

В системе PAL (Phase-Alternation-Line, чередование строк) каждый законченный кадр заполняется построчно, сверху донизу.

В Европе используется переменный электрический ток с частотой 50 Гц, и система PAL связана с этим – здесь выполняется 50 проходов экрана каждую секунду.

Требуется два прохода, чтобы нарисовать полный кадр, так что частота кадров равна 25 кадров/с. Нечетные строки выводятся при первом проходе, четные – на втором. Этот метод называется чересстрочная развертка (interlaced), в противоположность чему изображение на компьютерном мониторе, создаваемое за один проход, известно как без чередования строк (progressive).

Компьютеры, наоборот, имеют дело с информацией в цифровой форме. Чтобы хранить визуальную информацию в цифровой форме, аналоговый видеосигнал должен быть переведен в цифровой эквивалент с использованием аналого-цифрового преобразователя-конвертера (ADC, или АЦП). Процесс преобразования известен как осуществление оцифровки, или видеозахват. Так как компьютеры имеют дело с цифровой графической информацией, никакая другая специальная обработка данных не требуется, чтобы в дальнейшем выводить это цифровое видео на компьютерный монитор. Однако чтобы отобразить цифровое видео на обычном телевизоре, обратный конвертер – цифроаналоговый (DAC или ЦАП), должен преобразовать двоичную информацию в аналоговый сигнал. Кроме того, источником видеoinформации в цифровой форме являются цифровые видеокамеры.

# Форматы цифрового видео

- VCD.

Формат VideoCD был создан, чтобы обеспечить диалоговую среду, которая была бы недорога для копирования, поддерживала полный экран и видео полного движения и функционировала бы в широком диапазоне различных платформ ПЭВМ, телевидения, игровых приставок или мультимедийного оборудования.

В середине 1993 г. Philips, Sony, Matsushita и JVC согласовали спецификации VideoCD. Формат стал чрезвычайно популярным в Азии, и начиная с середины 1990-х гг. Формат никогда не завоевывал популярность на западе и остается малоизвестным в Северной Америке и Европе.

VCD 1.1 поддерживает понятие выбираемых треков, но только в VCD 2.0 версии (1995 г.) поддерживалась полная интерактивность через дистанционное управление. VCD 2.0 позволяет организовать до 98 треков, каждый из которых может быть индексирован в 99 сценах. Каждый трек может содержать и воспроизводить сцены, которые могут быть видео, звуковыми или фотоизображениями. В основном этот формат можно трактовать как Audio CD с дополнением видео или фотофрагментами и средствами навигации по содержанию.

VCD имеет вместимость до 74/80 минут (на носителе 650/700 Мбайт соответственно) видео полного движения, сопровождаемого стереозвуком.

- **SVCD.**

Выпущенный в 1998 г. консорциумом, который включал Philips, Sony, Matsushita и JVC, формат «VCD Высшего качества» (SuperVCD) является естественным развитием стандарта VCD. Основное различие в том, что для видеопотока используется кодирование MPEG-2 (вместо MPEG-1), которое обеспечивает более высокое разрешение и скорость, а также поддерживает субтитры и переменную скорость видеопотока. Как следствие, CD способен к показу в 2 раза более четких видеоизображении, чем его предшественник, за счет уменьшенной вместимости (35 и 80 мин на диск в зависимости от средней используемой оптовой скорости). Формат имеет обширную поддержку субтитров и режима караоке. Видеопоток SVCD может содержать до четырех независимых каналов субтитров для различных языков, которые накладываются на видеоизображения в процессе воспроизведения и могут подключаться или удаляться по желанию. Так как субтитры сохранены как битовая графика, они не привязаны к какому-то специфическому набору символов. Наконец, SVCD стандарт поддерживает гиперсвязи типа HTML, позволяет подключать фотографии, автоматическое проигрывание слайдов и музыкальных фрагментов, поддерживает многоуровневые иерархические меню и оглавления (индексацию).

- *DivX.*

Формат DivX базируется на видеотехнологии MPEG-4 с дополнением звукового потока MP3. Поскольку сжатый в формате DivX кинофильм составляет от 10 до 20 % размера оригинала DVD (обычно 5 Гбайт), 80–90 минутное DVD-кино занимает приблизительно 650 Мбайт в разрешении 640 x 480 – фильм Голливуда может вообще поместиться на единственном CD-ROM. Единственным весомым недостатком является то, что не предусмотрено возможности развернуть изображение формата 16 : 9 до 4 : 3.

К концу 2001 г. появилась новая версия DivX – проект с открытыми исходными программами кодека, известный как «Project Mayo» или как «OpenDivX» или «DivX для Windows/Linux/Mac». В отличие от оригинала DivX, OpenDivX не имеет ничего общего с Microsoft. Однако, подобно его предшественнику, он также базируется на формате сжатия MPEG-4.