

Министерство общего и профессионального образования Свердловской области  
государственное автономное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования Свердловской области  
«Каменск-Уральский политехнический колледж»



*краткий курс лекций*

*по дисциплине*

# *КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА*

2014 год

Разработчик: Малинина Алена Игоревна  
преподаватель информатики ГАОУ СПО Свердловской области  
«Каменск-Уральский политехнический колледж»

Учебное пособие разработано на основе требований ФГОС СПО для студентов, изучающих дисциплину «Компьютерная графика», и содержит материалы, необходимые для самостоятельного изучения теоретической части курса. Главная цель пособия – помочь студентам освоить дисциплину с помощью краткого курса лекций, дать понятие о принципах, видах, форматах и устройствах компьютерной графики.

В пособии приведены задания с образцами решений, задания для самостоятельного выполнения, а также тест для самопроверки.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i> .....	4
<i>Лекция 1. Кодирование цвета</i> .....	5
<i>Лекция 2. Характеристики изображения</i> .....	10
<i>Лекция 3. Виды компьютерной графики</i> .....	14
<i>Лекция 4. Способы создания и обработки изображений</i> .....	16
<i>Лекция 5. Форматы растровых графических файлов</i> .....	18
<i>Лекция 6. Устройства ввода графики</i> .....	22
<i>Лекция 7. Устройства вывода графики</i> .....	24
<i>Тест для самопроверки</i> .....	28
<i>Литература</i> .....	31

## ***Введение***

***Компьютерная графика*** – область информатики, занимающаяся созданием и обработкой изображений с помощью компьютера.

В связи со стремительным развитием рекламного и информационного бизнеса все больше возникает потребность в специалистах по компьютерной графике в следующих областях:

- ✓ полиграфия (дизайнеры, верстальщики, художники-оформители, препрессники, фотокорректоры)
- ✓ трехмерное моделирование и анимация (создание реалистичных сцен)
- ✓ в кино и шоу-бизнесе для производства видеопродукции, в видеорекламе
- ✓ web-дизайн (дизайн и верстка интернет-сайтов, поддержка сайтов, web - реклама, web-программирование)
- ✓ профессиональная фотография
- ✓ дизайн интерьеров, фасадов зданий, ландшафтный дизайн, рекламные инсталляции
- ✓ инженерная область (составление технических документаций на оборудование, проектирование и моделирование, разработка чертежей)
- ✓ научная область (в моделировании физических, химических, экологических, биологических и других процессов)

## **Лекция 1. Кодирование цвета**

### **1.1 Взаимосвязь света и цвета**

**Свет** – это электромагнитные колебания определенной длины, излучаемые объектом или отраженные от поверхности объекта (белый свет – это комбинация всех длин волн видимого спектра). То, что мы видим – это отраженный от объекта свет источника света или сам источник света.

**Цвет** – это форма световой энергии, передаваемой в виде волн (у света есть свойство - вызывать зрительные ощущения человека, а это и есть цвет).

Некоторые волны нельзя увидеть человеческим глазом (у инфракрасного света длина волны слишком велика, у рентгеновских лучей – слишком мала). Между ними находится видимый человеческим глазом спектр (КОЖЗГСФ).

**Цвет** – явление изменчивое (физические особенности человека, освещение дневное и искусственное, источник света, материал, окружение).

Цвета по температуре можно разделить на три группы: теплые (зеленый, красный, розовый, желтый, бежевый и др.), холодные (голубой, синий, фиолетовый), нейтральные (черный, белый).

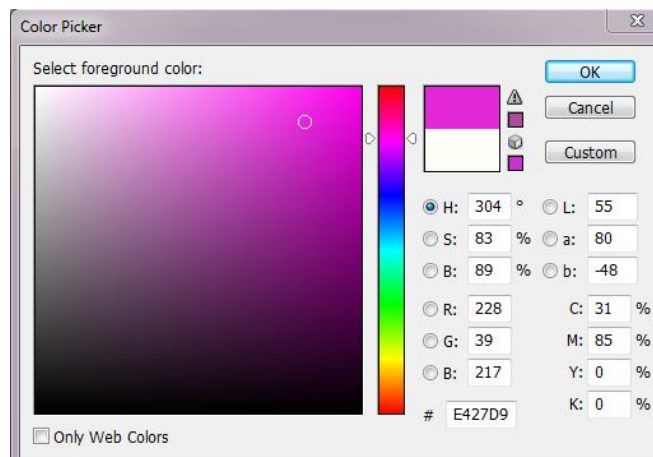
### **1.2 Цветовые модели**

С того момента, как мы начинаем смотреть на мир широко открытыми глазами, нас окружает бесчисленное множество различных цветовых оттенков. С развитием компьютерной графики и типографии появилась необходимость выражения «цветового безумия» искусственным путем.

**Цветовая модель** - это информация о цвете, хранящаяся в виде чисел в компьютере. Любой цвет воспроизводится путем смешивания базовых цветов в разных пропорциях, поэтому для записи определенного цвета в численном виде необходимо указать лишь долю каждого из базовых цветов.

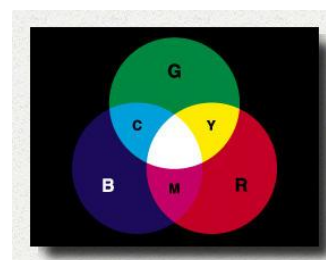
Кроме базовых цветов используются и другие параметры: освещенность, тон, насыщенность и яркость.

Перевод из одной цветовой модели в другую осуществляется в программах для работы с графикой (например, Adobe Photoshop). Там же можно настроить уровни цветов от **0 до 255** (или в процентном соотношении).



## 1. RGB (Red, Green, Blue)

Представляет собой *излучаемый свет*. Описывает цвет как смесь трех базовых цветов: красного, зеленого и синего. Эта модель используется для воспроизведения спектра видимого человеческим глазом света.



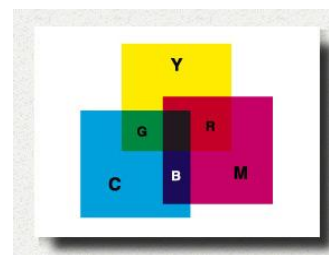
Черный цвет – это отсутствие любого цвета, белый цвет –

смесь трех базовых цветов. Для создания различных цветов необходимо складывать разные уровни основных цветов.

Модель RGB применяется при выводе информации на экран монитора, телевизора.

## 2. CMY

Представляет собой *отраженный свет*, который ведет себя по другим законам, чем излучаемый. Лист бумаги сам по себе белый, а нанесенные на него краски блокируют отражение определенных волн. Модель CMY является противоположной модели RGB.



Если смешать базовые цвета модели RGB, то можно получить базовые цвета модели CMY, которая используется в типографских красках, красителях фото, цветном тонере для принтера. Смешивая базовые цвета, мы тем самым вычитаем определенные цвета из белого света, отражаемого листом бумаги.

Сложение базовых цветов RGB	Результат сложения: базовый цвет CMY
Красный + зеленый	Желтый (Yellow)
Красный + синий	Пурпурный (розовый)

	(Magenta)
Зеленый + синий	Голубой (Cyan)

### 3. CMYK

Та же модель, что и CMY, но с добавлением черного. Краски CMY всегда создают немного примесей, а бумага разных типов при впитывании краски создает разные уровни яркости. В результате смешения 100% уровней красок CMY вместо черного цвета получается грязно-коричневый. В полиграфии необходим чисто черный цвет.

**4. LAB** использует понятие освещённости (Luminance), содержащееся в канале **L**.

Канал **A** хранит информацию о Тонах от зелёного до пурпурного, информация о Тонах от голубого до желтого приходится на канал **B**. Была принята в качестве международного цветового стандарта Международной Комиссией по Освещению. Достоинством этой модели является её независимость от способа производства цвета, в её системе измерения можно описывать как цвета печати, так и цвета, излучаемые монитором. Применением модели **LAB** является усиление резкости. При повышении резкости RGB-изображений возможно появление пятен посторонних цветов и неоправданное усиление насыщенности цвета, в модели LAB вы сможете усилить резкость только канала яркости, цвета изображения при этом не изменятся.

**5. HSB (HSV, HSL)** - цвет разлагается на три составляющие: цветовой тон (hue), насыщенность (saturation) и яркость (brightness) / value. Базовые цвета совпадают с цветовой моделью RGB. В Photoshop нельзя работать непосредственно с изображениями в этой модели, однако вы можете создавать цвета, используя HSB. Многие, сами того не замечая, постоянно используют цветовую модель HSL, работая, в MS Office.



### 1.3 Глубина цвета

С помощью цветовой модели можно записать цвет набором чисел. Числа в свою очередь кодируются в компьютере в виде набора битов (0 или 1). Чем больше битов, тем больше цветов можно закодировать.

**Глубина цвета (I)** – количество битов, выделенных для записи цвета одного пикселя (**бит/т**).

Максимальное количество цветов в палитре  $N = 2^I$

I	N
1	2
2	4
4	16
8	256
16	65536
24	16777216
32	4294967296

В зависимости от величины глубина цвета выделяют следующие *режимы изображений* (на примере Adobe Photoshop):

Режимы	Глубина цвета бит/т
монохромный	1
Индексированный	8
Полутонный	8
Градации серого	8
True Color	24
CMYK	32
RGB	24



### Задания для выполнения

1. Какая минимальная глубина цвета требуется для кодирования 20 цветов (*ответ 5 бит/т*), 10 цветов, 100 цветов?
2. Какой цвет в режиме СМҮК кодируется последовательностью (255, 0, 255, 0)? Максимальную интенсивность имеют голубая и желтая составляющие. Голубые чернила поглощают красный свет, желтые – синий, остается только зеленый.

R красный	G зеленый	B синий
C голубой	M розовый	Y желтый

3. Как в режиме СМҮК кодируется красный цвет? Чтобы получить красный цвет нужно взять максимальное количество пурпура (М) и желтого (Y). Последовательность будет такая (0, 255, 255, 0)

R красный	G зеленый	B синий
C голубой	M розовый	Y желтый

4. Как в режиме СМҮК кодируется белый и черный цвет? Белый лист бумаги сам по себе белый, для получения белого цвета ничего делать не надо (0, 0, 0, 0). Для черного цвета в СМҮК существует отдельный компонент (0, 0, 0, 255).

## Лекция 2. Характеристики изображения

Каждое изображение имеет:

**1. Печатный размер (физический)**- это тот размер, который изображение занимает на бумаге (измеряется в см, мм, дюймах).

$$\boxed{\text{Один дюйм} = 2,54 \text{ см}}$$

**2. Размер в пикселях (экранный)** – количество пикселей растрового изображения по ширине и высоте.

От размера в пикселях зависит, как изображение будет выглядеть на мониторе. Если монитор отображает 800 пикселей по ширине и 600 по высоте, то изображение размером 800x600 пикселей заполнит весь экран, а изображение размером 400x300 – только четверть.

**3. Разрешение изображения** – количество пикселей, отображаемых на единицу длины изображения (**ppi** – пиксель/дюйм). Чем выше разрешение, тем больше пикселей приходится на каждый дюйм, тем больше памяти занимает изображение.

Например, изображение размером 1 дюйм на 1 дюйм с разрешением 72 ppi содержит  $72 \times 72 = 5184$  пикселей. Изображение того же размера с разрешением 300 ppi содержит  $300 \times 300 = 90000$  пикселей.

**4. Информационный объем изображения  $V$**  – объем памяти для хранения информации о всех пикселях изображения (измеряется в битах, байтах, килобайтах, мегабайтах).

$$\boxed{V = K * I}, \text{ где } K \text{ – количество пикселей в изображении (размер по ширине умножить на размер по высоте)}$$

**5.** Изображение хранится на диске в виде файла.

**Размер файла** – объем в байтах, занимаемый графическим файлом на диске. Важно понимать, что размер файла может быть больше информационного объема изображения. В файл может быть записана информация о печатном и экранном размере,

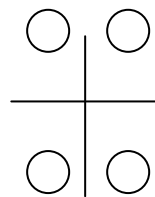
имя автора, название программы и др. С другой стороны, многие форматы файлов используют алгоритмы сжатия графической информации, поэтому размер файла может быть и меньше информационного объема.

Иногда размеры файлов, содержащих одно и то же изображение, но имеющие разные форматы, отличаются в десятки раз.

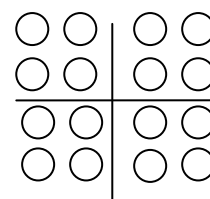
6. Кроме характеристик самого изображения, важно знать и характеристики устройств ввода-вывода графической информации. Почти любое устройство ввода-вывода имеет такой параметр, как **разрешение** – количество точек на единицу длины, которое может быть отображено или распознано устройством.

**Разрешение устройств ввода-вывода** измеряется в **dpi (dot per inch)** точках на дюйм. Очень часто точки путают с пикселями. *Пиксель* - минимальный элемент изображения. *Точка* – минимальный элемент, который может быть отображен монитором или принтером.

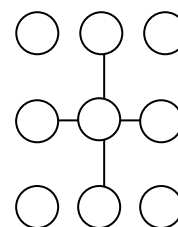
Точка и пиксель могут иметь одинаковый размер, и таким образом совпадать. Часто получается, что один пиксель состоит из нескольких точек. Например, если разрешение изображения **150 ppi**, а разрешение принтера **300 dpi**, то получается, что каждая точка в два раза меньше пикселя по высоте и в два раза меньше по ширине. В этом случае пиксель состоит из 4 точек.



Изображение получаются качественными, если разрешение устройства равно или кратно разрешению изображения.



Если разрешение устройства меньше разрешения изображения, то качество сильно теряется. Качество может потеряться и в том случае, если на каждый пиксель приходится дробное количество точек (смазывание изображения, периодичность полос).



### Задания для выполнения

1. Сколько байтов требуется для хранения изображения размером 400x300 пикселей в режиме индексированных цветов.

*решение*

$$I=8 \text{ бит/т}=1 \text{ байт}$$

$$K=400*300=120000 \text{ пикселей}$$

$$V=120000*1 \text{ байт}=120000 \text{ байт}$$

2. Сколько байтов требуется для хранения изображения размером 4x3 дюйма с разрешением 200 ppi в монохромном режиме.

*решение*

$$\text{ширина в пикселях} = 4*200=800 \text{ пикселей}$$

$$\text{высота в пикселях} = 3*200=600 \text{ пикселей}$$

$$K=800*600=480000 \text{ пикселей}$$

$$I=1 \text{ бит/т}$$

$$V=480000*1/8=60000 \text{ байт}$$

3. Найдите информационный объем изображения размером 15,24x10,16 см с разрешением 150 ppi в режиме True Color.

*решение*

$$\text{ширина в дюймах} = 15.24/2.54=6 \text{ дюймов}$$

$$\text{высота в дюймах} = 10.16/2.54=4 \text{ дюйма}$$

$$\text{ширина в пикселях} = 6*150=900 \text{ пикселей}$$

$$\text{высота в пикселях} = 4*150=600 \text{ пикселей}$$

$$K=900*600=540000 \text{ пикселей}$$

$$I=24 \text{ бит/т}$$

$$V=540000*24/8=1620000 \text{ байт}$$

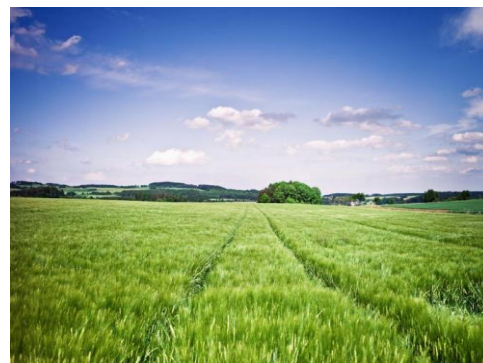
4. Сколько пикселей находится на одном квадратном дюйме, если разрешение равно 200 ppi?
5. Размер изображения равен 4x3 дюйма. Вычислите размер в сантиметрах.
6. Найдите информационный объем изображения размером 800x600 пикселей в режиме градаций серого.

7. Найдите информационный объем изображения размером 4x3 дюйма с разрешением 100 ppi в режиме CMYK.
8. Найдите информационный объем изображения размером 20,32x12,7 см с разрешением 200 ppi в режиме индексированных цветов.
9. Найдите информационный объем изображения размером 320x240 пикселей в полутоновом режиме.
10. Найдите информационный объем изображения размером 50,8x31,8 см с разрешением 100 ppi в режиме True Color.
11. Пострадает ли качество, если изображение с разрешением 100 ppi, будет распечатано на принтере разрешением 300 dpi.
12. Пострадает ли качество, если изображение с разрешением 300 ppi, будет распечатано на принтере разрешением 100 dpi.

### **Лекция 3. Виды компьютерной графики**

#### *а) Растровая графика*

Минимальный элемент изображения – пиксель. Растр – сетка из пикселей. Для растрового изображения в памяти компьютера необходимо хранить информацию о цвете каждого пикселя, его яркости и координатах. В силу независимости пикселей можно редактировать детали или все изображение в целом, менять цвет, яркость, эффекты. Используется для изображений фотореалистичного качества. Растровая графика занимает больше объема памяти, по сравнению с векторной. Зависит от разрешения, плохо поддается масштабированию.



В качестве программ, работающих с растровой графикой, назовем: Microsoft Paint, Adobe Photoshop, MS Photo paint, Corel Photo-paint, Corel Painter, анимация в Ulead GIF Animator.

#### *б) Векторная графика*

Минимальные элементы изображения – примитивы: точка, отрезок, кривая. Форма геометрических фигур хранится в памяти ПК в виде математических формул и числовых параметров (координаты, цвет, толщина и др.). Векторная графика занимает меньший объем памяти, не зависит от разрешения, хорошо поддается масштабированию, ее проще анимировать. Векторную графику легко перевести в растровую - в графических редакторах это предусмотрено при попытке сохранения, а обратный процесс очень сложен – необходима специализированная программа векторизации (например, Corel Trace).



Данный вид графики используется в издательском деле, топографии, геоинформационных системах, схемотехнике, САД –системах. В качестве программ, работающих с векторной графикой, назовем: Corel Draw, Adobe Illustrator, AutoCAD, Компас, Macromedia Freehand, анимация в Macromedia Flash, Adobe Flash.

с) *3D-графика* является векторной, но примитивами выступают уже трехмерные объекты (сфера, параллелепипед, цилиндр, конус и др.) В качестве программ, работающих с трехмерной графикой, назовем: 3Ds Max, Maya, CINEMA 4D.



*d) Фрактальная графика*

Фрактал (лат. fractus-дробленный) - термин, означающий сложную геометрическую фигуру, обладающую свойством самоподобия, то есть составленную из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. Простейшим элементом является фрактальный треугольник. Фрактальная графика, как и векторная, является



вычисляемой, но отличается от неё тем, что никакие объекты в памяти компьютера не хранятся. Изображение целиком строится по формуле. Программисты и специалисты в области компьютерной графики стали применять фракталы в своей работе, так как фракталы невероятной сложности и красоты могут быть сгенерированы простыми формулами на обычном домашнем компьютере. Создание фрактальной художественной композиции состоит не в рисовании или оформлении, а в программировании. В памяти компьютера хранится не изображение, а только формула, с помощью которой можно получить бесконечное количество различных изображений.

## **Лекция 4. Способы создания и обработки изображений**

1. *Рисование от руки* (мышью или дигитайзером), *цифровая фотосъемка, сканирование*
2. *Пиксель-арт* - метод, когда художник рисует изображение пиксель за пикселем для небольших изображений, значков, пиктограмм web-сайтов, логотипов.
3. *Рендеринг (визуализация)* – процесс автоматического создания изображения на основе модели, заданной пользователем.
4. *Изменение размера*
5. *Кадрирование* – подгонка размеров изображения под формат печати.
6. *Ресэмплинг* (повторная выборка) - перерасчет цветов пикселей при изменении их количества. При уменьшении нужно объединять пиксели, а при увеличении – делать из одного пикселя несколько.
7. *Фильтрация* – применение некоторого алгоритма обработки изображения.
8. *Ретуширование* – редактирование деталей изображения (как правило – это ручная обработка фотографии, связанная с удалением, изменением формы объектов, подрисовывании).
9. *Фотомонтаж* – объединение двух или большего числа изображений в одно.
10. *Растрезация* - процесс перевода векторной графики в растровую. Такой перевод осуществим практически в любом графическом редакторе, однако после этого вы сможете управлять лишь изображением как единой картинкой, а не ее частями.
11. *Векторизация* – процесс перевода растровой графики в векторную. Задача векторизации - частный случай распознавания образов, универсального алгоритма перевода не существует. Так как результат редко получается идеальным, требуется вмешательство человека для исправления ошибок и погрешностей. Созданы только специализированные алгоритмы в определенной области (в геоинформационных системах с помощью векторизации аэрофотосъемки получают карты местности).

### ***Настройки для коррекции изображения***

Часто изображения, полученные сканированием или съемкой цифровой камерой, имеют недостатки: слишком темные, слишком светлые, с неразличимыми деталями.



Отличие плохой фотографии от хорошей, прежде всего, в правильном балансе света и тени. В профессиональных растровых графических редакторах присутствуют средства ручного и автоматического улучшения качества изображения:

1. Яркость – количество белого цвета на изображении. Чем выше яркость, тем светлее становится кадр.
2. Контрастность – разница между разными, расположенными рядом цветами. Чем выше контрастность, тем более резок переход от одного цвета к другому.
3. Резкость (четкость) – степень контраста на контурах.
4. Насыщенность – насколько сочно и ярко у вас выглядит то или иной цвет.
5. Автоматическая тоновая коррекция – исправляет погрешности в освещении и контрасте.
6. Автоматический цвет
7. Автоматический контраст и др. дополнительные настройки (кривые, уровни)

## Лекция 5. Форматы растровых графических файлов

**Формат файла** - способ организации в файле (какую информацию он содержит, где она расположена и в каком виде).

Одной из важнейших характеристик формата графического файла является **алгоритм сжатия**. От алгоритма сжатия зависит, какой размер файла на диске и насколько он будет меньше, чем информационный объем.

**Сжатие** – процесс более эффективного представления информации («выжимание воздуха» из данных).

Любой алгоритм сжатия эксплуатирует одно или несколько из следующих **свойств** графических данных: *избыточность, предсказуемость, необязательность*.

<b>Сжатие без потерь информации.</b>	
RLE	<p>Когда мы говорим об однородных объектах, то обычно группируем их, называя общее количество, а не по отдельности (например, проще сказать: «в нашем классе учится 30 человек», чем: «в нашем классе учится человек, человек, человек...»)</p> <p><b>За счет повторяющихся подряд байтов.</b></p> <p>Если в изображении подряд идут несколько одинаковых пикселей, то не записывается каждый из них отдельно, а лишь их общее количество и цвет.</p> <p>8,8,8,8,8,14,14,14,10,10,10,10,10,10,14,14,14</p> <p>5,8,3,14,6,10,3,14</p> <p>RLE приемлем не всегда. Подходит для сжатия рисунков и чертежей, имеющих много одноцветных областей, и, следовательно, много повторяющихся пикселей. Для фотографий не пригоден.</p>
Алгоритм Хаффмана	<p>Разработан в 1952 году и используется как составная часть в ряде других схем сжатия.</p> <p>На изображении одни цвета встречаются чаще, а другие реже.</p> <p>Можно добиться экономии, если часто встречаемые цвета кодировать более короткими последовательностями битов, а редкие цвета</p>

	<p>более длинными.</p> <p><b>За счет использования более короткого набора битов для часто встречающихся данных.</b></p> <p>В отличие от RLE, алгоритму Хаффмана неважно, стоят ли одинаковые пиксели подряд или нет, важно лишь их общее количество в изображении.</p> <p>Но, если цвета появляются почти с одинаковой частотой, то сжатие не даст никаких результатов. Для фотографий не пригоден.</p>
LZW (Lempel - Ziv - Welch)	<p>Разработан в 1978 году израильтянами Лемпелом и Зивом и доработан позднее в США.</p> <p><b>Основан на замене повторяющихся цепочек байтов более короткими кодами.</b></p> <p>Лучший для сжатия данных в режиме индексированных цветов, полутонов или монохромном режиме (имеется много повторяющихся цепочек). Чем меньше цветов, тем лучше сжатие. Для фотографий не пригоден.</p>
<b>Сжатие с потерями информации.</b>	
JPEG - сжатие	<p><b>Основан на отбрасывании малозначительной информации.</b></p> <p>Основано на некоторых особенностях восприятия информации человеческим глазом:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. человек обращает больше внимания на крупные детали изображения, мелкие размером в 1-2 пикселя, не воспринимаются, если специально не вглядываться. При просмотре на некотором расстоянии соседние пиксели вообще сливаются друг с другом.</li> <li>2. Человек точнее воспринимает яркость, чем цвет. Можно добиться экономии, если отбросить часть информации о цвете, но сохранить информацию о яркости.</li> </ol> <p>Лучший формат для фотографий.</p>

Повторное сжатия после JPEG, например алгоритмом Хаффмана или LZW, используется только при необходимости (изображение при печати ухудшится).

Для определения формата файла служит *расширение*.

PCX	RLE (рисунки и чертежи)
BMP	Разработан для ОС Windows (офисный формат). Отсутствие сжатия.
GIF	LZW-компрессия. Хранение изображений в режиме индексированных цветов (не более 256), для передачи изображений в Интернет, для создания несложных роликов и баннеров на web-сайтах. Сейчас Flash-анимация вытесняет Gif-анимацию.
JPEG, JPG, JPE	JPEG –сжатие. Для фотографий и иллюстраций в интернете, памяти ПК, в цифровых фотокамерах. Этот формат признан самым оптимальным решением в балансе «качество-размер файла».
PNG	LZ77. Разработан специально для сети Интернет (полноцветные изображения с прозрачным фоном, глубина цвета файлах PNG может быть любой, вплоть до 48 бит.). Не поддерживает анимацию
TIFF	LZW (не происходит потери информации). Идеальный формат для полиграфии, где большое внимание уделяется качеству растровых изображений. Изображение хранится послойно. TIFF является лучшим выбором при импорте растровой графики в векторные программы и издательские системы. Ему доступен весь диапазон цветовых моделей от монохромной до RGB, CMYK.
ICO	Для хранения значков в ОС Windows. Так как значки имеют небольшой размер, то сжатие отсутствует.
PSD	Собственный формат программы Adobe Photoshop. Позволяет сохранять изображение послойно. Отсутствует сжатие.

### Задание для выполнения

При хранении изображения в обычном несжатом виде на каждый пиксель выделено одинаковое количество битов, зависящее от используемого режима. Например, для кодирования 8 цветов достаточно 3 бит. Это означает, что для хранения 8-цветного изображения размером 100x200 пикселей потребуется  $100 \times 200 \times 3 = 60000$  бит = 7500 байт.

Изображение 100x200 пикселей было сжато алгоритмом Хаффмана, основанного на частоте появления цвета.

Цвет	Частота появления	Длина цепочки	Цепочка битов
Розовый	9631	1	0
Желтый	3286	3	100
Черный	1957	3	101
Зеленый	1785	4	1100
Красный	1470	4	1101
Синий	873	4	1110
Белый	627	5	11110
серый	371	5	11111

Всего пикселей в изображении  $100 \times 200 = 20000$

Обратите внимание на цепочки битов: ни одна цепочка не совпадает целиком с началом другой. Таким образом, в непрерывном потоке битов всегда можно определить, с какой цепочкой мы имеем дело и где она заканчивается.

Чтобы оценить объем закодированного таким образом изображения, нужно частоту появления каждого цвета умножить на длину его цепочки битов, а затем все полученные результаты сложить.

$$9631 \times 1 + 3286 \times 3 + 1957 \times 3 + 1785 \times 4 + 1470 \times 4 + 873 \times 4 + 627 \times 5 + 371 \times 5 = 46862 \text{ бита} = 5858 \text{ байт.}$$

## Лекция 6. Устройства ввода графики

### 1. Сканер

- a) **Ручные сканеры:** линейка светодиодов и источник света помещены в один корпус. Перемещение по изображению выполняется вручную.
- b) **Планшетные сканеры** самые распространенные. Сканируемый оригинал размещается на прозрачном неподвижном стекле. Вдоль него передвигается сканирующая головка (линейка светодиодов) с источником света. Оптическая система проецирует световой поток от оригинала на сканирующую головку, состоящую из трех параллельных линеек светочувствительных элементов. Каждая линейка принимает информацию о своем цвете.
- c) **Листопротяжные** наиболее автоматизированы; лист бумаги вставляется в щель и протягивается по направляющим роликам внутри сканера мимо лампы, часто имеется автоматическая подача документов, но сканируемые документы только листовые.
- d) **Книжные сканеры** - предназначены для сканирования брошюрованных документов, позволяют значительно повысить сохранность документов благодаря очень деликатному обращению с оригиналами. Книжные сканеры обладает уникальной функцией "устранения перегиба" книги. При сканировании нет контакта со сканируемым объектом (как в планшетных сканерах).
- e) **Барабанные сканеры** - по светочувствительности значительно превосходят потребительские планшетные устройства, применяются исключительно в полиграфии, где требуется высококачественное воспроизведение профессиональных фотоснимков. Прозрачный барабан приводится в движение после размещения оригинала. За один его оборот считывается одна линия пикселей. В качестве точечного источника света используются галогенные или ксеноновые лампы. Разрешение составляет 8000-11000 точек на дюйм и более.
- f) **Ультразвуковые сканеры (УЗИ - сканеры)** – используются в медицине для исследования внутренних органов человека.
- g) **Сканеры штрих-кода** - компактные модели для сканирования штрих-кодов товара в магазинах.

### 2. цифровая фотокамера

Имеет фоточувствительную матрицу, собственную память и микропроцессор. Снимки имеют JPEG формат, некоторые поддерживают и TIFF формат.

### 3. мышь (позволяет нарисовать растровое или векторное изображение)

### 4. графический планшет (дигитайзер).

Состоит из чувствительной поверхности и специального пера, подключенного к нему, используется для векторной графики, может прилагаться специальная мышь. В планшетах определяются координаты пера, давление пера на рабочую поверхность, наклон, направление и сила сжатия пера рукой.



Полнофункциональным решением для оцифровки объектов любой формы служат **3D-дигитайзеры**.



**Лазерные дигитайзеры** - полностью автоматизированные системы, обладают самой высокой точностью, но область их применения имеет значительные ограничения (блестящие, зеркальные или прозрачные поверхности объекта покрываются антибликовым составом, создающим белую матовую поверхность пригодную для оптического сканирования).

## Лекция 7. Устройства вывода графики

### 1. монитор

На заре компьютерной техники первые мониторы были векторными. Электронный луч пробегал по экрану, оставляя за собой светящийся зеленый след. Таким способом вычерчивалась картинка. Экран современного монитора – *растр*.

Всю массу технологий изготовления мониторов можно разделить на два класса: *излучающие и светопропускающие*.

#### *а) На базе ЭЛТ (электронно-лучевой трубки) CRT- мониторы*

Передняя часть ЭЛТ обращена к пользователю и покрыта специальным веществом – *люминофором*, состоящим из множества *зерен*. Люминофор излучает свет при попа-



дании на него пучка электронов, испускаемых электронной пушкой. Цветное изображение получается при нанесении на поверхность экрана люминофора трех цветов: красного, зеленого и синего. Триада таких зерен люминофора образует один пиксель.



Для того, чтобы подсвечивать три зерна пикселя, потребуется сразу три электронных пушки, и каждая из них должна излучать поток электронов в направлении своего зерна. Чем меньше зерна люминофора экрана и больше плотность, тем выше четкость изображения и утомляемость глаз.

ЭЛТ-монитор обладает отрицательным воздействием излучения на здоровье, но при этом высокой контрастностью, верностью цветопередачи. Поэтому до сих пор профессионалы в области полиграфии, фото и компьютерной графики используют высококачественные ЭЛТ-мониторы. На ЭЛТ мониторах никогда нет «смазов» или других оптических эффектов при воспроизведении динамических сцен, как например в ЖК - мониторах. ЭЛТ-мониторы одинаково хорошо воспроизводят изображение в любых разрешениях.

#### *б) ЖК (жидкокристаллические) LCD - мониторы*

LCD-дисплей не излучает, а работает как оптический затвор, поэтому для воспроизведения изображения ему требуется источник света, который располагается позади



LCD-панели. Экран ЖК монитора представляет собой матрицу, каждый элемент которой жидкий кристалл. 1 пиксель равен трем ячейкам синего, зеленого, красного цвета. Под действием электрических сигналов кристаллы меняют свои оптические свойства и, пропуская свет, моделируют элементы изображения.



ЖК-мониторы имеют компактные размеры, плоский экран, отсутствие вредных излучений, но низкую контрастность. ЖК-монитор хорошо показывает, если выставлено его родное (стандартное) разрешение, которое равно числу пикселей по вертикали и горизонтали экрана. Остальные варианты разрешения приходится интерполировать встроенной электроникой, что очень заметно на глаз и конечно сильно портит впечатление (к примеру, в нестандартных разрешениях текст может отображаться нечетко, а линии выглядеть размытыми).

### *с) ГП (газоплазменные) PDP-мониторы*



Экран ГП монитора также содержит матрицу, но ячейки заполнены газовой смесью (неоном или ксеноном (реже гелий и/или аргон, или, чаще, их смеси). Газ светится под воздействием электрического тока: при подаче напряжения происходит разряд, инертный газ испускает фотоны, которые бомбардируют фосфорное покрытие ячейки, фосфор в свою очередь начинает испускать фотоны света.

Экран такого монитора очень тонкий и большой по площади, используется для показа на расстоянии или в домашних кинотеатрах. Стандартные размеры диагонали для плазмы: 32, 40, 42, 46, 50, 61, 63, 65, 84 дюйма. Чем больше размер экрана, тем больше должно быть расстояние для просмотра.



Дисплей с такой панелью не только тонкий, но и поддерживает большую яркость (единица измерения силы света - кандела), а изображение на нем хорошо различимо даже в освещенной комнате. Сейчас подобные экраны используются главным образом как информационные табло в больших, хорошо освещенных помещениях, на-

пример в аэропортах, на вокзалах или на фондовой бирже. Достоинством PDP-панелей является то, что на нее можно глядеть практически под любым углом.

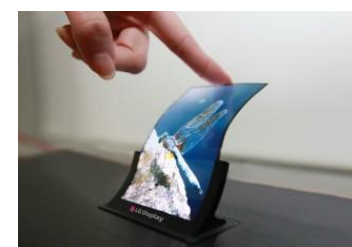
#### d) OLED-мониторы

**Мониторы на базе органических светоизлучающих диодов OLED-технологии.** В основе таких мониторов лежит использование светоизлучающих полимеров. На гибкое прозрачное покрытие напыляют светоизлучающие полимеры, к подложке подводят слабый ток. Это очень легкие, гибкие, тонкие, с низким энергопотреблением устройства.

OLED-дисплеи делятся на экраны с пассивной и активной матрицами. Дисплеи с пассивной матрицей содержат только органические светодиоды, а с активной матрицей – еще и тонкослойные транзисторы (TFT). В активной матрице каждой ячейкой управляет крошечный транзистор, и все диоды загораются одновременно.



Каждая ячейка OLED –матрицы состоит из светодиодов красного, синего и зеленого цветов. Каждый светодиод состоит из катода и анода (анод сделан из оксида индия с добавлением олова, пропускает свет), между которыми находится органическое вещество, при прохождении тока, катод испускает электроны, а анод положительные ионы.



Каждый светодиод состоит из катода и анода (анод сделан из оксида индия с добавлением олова, пропускает свет), между которыми находится органическое вещество, при прохождении тока, катод испускает электроны, а анод положительные ионы.



Угол обзора у таких мониторов 180 градусов, к недостаткам относят недолговечность OLED – матрицы при ее дороговизне. Одно из основных преимуществ OLED перед ЖК экранами - возможность создания дисплея на цельном куске пластика, который можно будет изгибать. OLED позволяет делать фантастические вещи: сворачивать экран в трубочку, создавать прозрачное табло, использовать в широком диапазоне температур.

Код изображения, выводимого на дисплей, хранит видеопамять компьютера.

- 2. Принтер** (матричный, струйный, лазерный и др.)
- 3. плоттер** (графопостроитель - векторное устройство для печати чертежей и графиков, выполненных на ПК).

### **Тест для самопроверки**

1. Какое максимальное количество цветов может быть закодировано при глубине цвета 5 бит?
  - а) 32;
  - б) 4;
  - в) 8;
  - г) 18.
2. Какая минимальная глубина цвета требуется для кодирования 40 цветов?
  - а) 20;
  - б) 10;
  - в) 2;
  - г) 6.
3. Для вывода графики в векторном виде используется:
  - а) дигитайзер;
  - б) плоттер;
  - в) сканер;
  - г) принтер.
4. Какая минимальная глубина цвета требуется для кодирования 12 цветов?
  - а) 8;
  - б) 4;
  - в) 6;
  - г) 12.
5. На чём основан алгоритм сжатия JPEG?
  - а) использование меньшего количества битов для часто повторяющихся байтов;
  - б) поиск цепочек одинаковых байтов;
  - в) поиск повторяющихся последовательностей байтов;
  - г) отбрасывание малозначительной информации.
6. Чему может равняться глубина цвета в режиме индексированных цветов?
  - а) 32;
  - б) 24;
  - в) 16;
  - г) 8.
7. Какое максимальное количество цветов может быть закодировано при глубине цвета 1 бит?
  - а) 3;
  - б) 8;
  - в) 2;
  - г) 4.
8. Какой цвет в модели RGB кодируется последовательностью (200, 255, 200) ?

- а) тёмно-фиолетовый;
  - б) коричневый;
  - в) ярко-жёлтый;
  - г) бледно-зелёный.
- 9.** Какой цвет в модели CMYK кодируется последовательностью (255, 255, 0, 0)?
- а) чёрный;
  - б) красный;
  - в) розовый;
  - г) синий.
- 10.** Какой цвет в модели RGB кодируется последовательностью (0, 255, 0)?
- а) синий;
  - б) розовый;
  - в) голубой;
  - г) зелёный.
- 11.** Какой цвет в модели CMYK кодируется последовательностью (0, 255, 0, 0)?
- а) розовый;
  - б) чёрный;
  - в) голубой;
  - г) синий.
- 12.** Для вывода графики на печать наиболее удобна цветовая модель:
- а) RGB;
  - б) CMYK;
  - в) HSB.
- 13.** Какой цвет в модели RGB кодируется последовательностью (255, 255, 0)?
- а) чёрный;
  - б) голубой;
  - в) синий;
  - г) жёлтый.
- 14.** Какое максимальное количество цветов доступно в полутоновом режиме?
- а) 2;
  - б) 255;
  - в) 256;
  - г) 8.
- 15.** Известно, что разрешение изображения — 254 ppi. Сколько пикселей в полном квадратном сантиметре?
- а) информации недостаточно;
  - б) 10000;
  - в) 254;
  - г) 100.
- 16.** Процесс перевода растровой графики в векторную называется:

- а) растеризацией;
- б) пиксель-артом;
- в) векторизацией;
- г) ретушированием.

**17.** Минимальный элемент растрового изображения называется:

- а) точкой;
- б) примитивом;
- в) растром;
- г) пикселем.

**18.** Какой формат файлов был специально разработан для сети Интернет?

- а) PCX;
- б) BMP;
- в) TIFF;
- г) PNG.

**19.** Какая минимальная глубина цвета требуется для кодирования 5 цветов?

- а) 4;
- б) 1;
- в) 5;
- г) 3.

**20.** Какой формат файлов служит для хранения значков в ОС Windows?

- а) JPEG;
- б) PNG;
- в) GIF;
- г) ICO.

### **21.Задача**

Сколько байтов требуется для хранения изображения 6x4 дюйма с разрешением 150 ppi в режиме True Color?

Ответ: \_\_\_\_\_

## **Литература**

1. Васильев В.Е., Морозов А.В. Компьютерная графика: учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2005.
2. Залогова Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс. – М., Бином, 2005.
3. Летин А., Пашковский И., Летина О. Компьютерная графика. Гриф МО РФ. - М.: Форум, 2007.
4. Попов В.Б. Основы информационных и телекоммуникационных технологий. Введение в компьютерную графику. – М., Финансы и статистика, 2005.
5. Рейнбоу В. Компьютерная графика. Энциклопедия. – СПб: Издательский дом "Питер", 2003.
6. Тутубалин Д.К., Ушаков Д.А. Компьютерная графика. Adobe Photoshop. Учебное пособие / Д.К. Тутубалин, Д.А. Ушаков; Под ред. Т.Б.Корнеевой. - Изд. 2-е. - Томск, 2008