

ГЛАВА 2

ТЕОРИЯ ЦВЕТА

- Цветовая модель RGB
- Цветовая модель CMYK
- Цветовая модель L^*a^*b
- Цветовая модель HSB
- Цветовой режим Grayscale (Оттенки серого)
- Индексированный цветовой режим
- Цветовой режим Monochrome (Монохромный)

Как мы уже говорили, растровый рисунок состоит из отдельных пикселей, а каждый пиксель хранит только одно значение: свой цвет. Поэтому не будет преувеличением, если мы скажем, что принципы и способы хранения цветов составляют самую суть растровой графики.

Применительно к компьютерной графике слово «цвет» означает не совсем то, что мы привыкли подразумевать в обычной речи. В компьютерной графике черный — это цвет, и белый — это цвет, и серый — такой же цвет, как и зеленый с красным.

Для записи цвета пиксела используются, разумеется, цифровые значения — в компьютере все в итоге сводится к цифрам. Соответственно, существуют и разные *системы исчисления цвета*, которые различаются принципами и формой записи информации. Видимый цвет разлагается на отдельные «составляющие», информация о которых и записывается. Если необходимо отобразить цвет, производится обратная операция: из отдельных компонентов «синтезируется» нужный оттенок цвета.

В зависимости от принципа, по которому информация о цвете превращается в набор цифр, принято различать *цветовые модели*, то есть некие алгоритмы, согласно которым можно записать оттенок цвета в виде чисел, или наоборот — превратить цепочку цифр в цвет. Разные цветовые модели, как мы увидим чуть позже, обладают разными возможностями и в разной степени приспособлены для решения тех или иных задач.

Основными цветовыми моделями являются:

- RGB, «основная» в компьютерной графике, поскольку согласно этой модели работают цветные мониторы, сканеры — да и большинство компьютерных программ тоже «опираются» на эту систему;
- CMYK, «основная» в цветной печати: струйные и лазерные принтеры и даже настоящие типографии работают с этой системой исчисления цвета (или с ее более совершенными производными);
- HSB (и ее варианты) применяется для каталогизации и описания цветов;
- L^*a^*b , наиболее сложная и наиболее «научная» из цветовых моделей, используется преимущественно в технических целях.

Эти четыре цветовые модели называются *полноцветными*, поскольку могут описать очень большое количество цветов — десятки миллионов оттенков.

Человеческий глаз обычно не в состоянии различить «соседние» цвета в полноцветных цветовых моделях: если цвета будут отличаться на одну или две цифры, то нам они будут казаться одинаковыми.

Таким образом, можно считать, что с помощью этих цветовых моделей можно воспроизвести *непрерывный диапазон цветов*, а не отдельные четко различимые оттенки.

Большое количество оттенков цвета требует большого объема информации, и размер графических файлов, созданных или сохраненных с использованием полноцветных цветовых моделей, будет очень большим. Существуют и более простые варианты записи цвета, которые требуют меньших объемов информации, пусть даже ценой ограниченных возможностей и качества. Такие *цветовые режимы* широко используются, к примеру, в Интернете, где очень важно добиться минимального размера файлов. Цветовые режимы с «усеченными» возможностями называются *неполноцветными*.

Основными неполноцветными цветовыми режимами являются:

- **Grayscale** (Оттенки серого), в котором сохраняется только информация о яркости пикселей, а цвет игнорируется;
- **Indexed Color** (Индексированный цвет), в котором количество цветов колеблется от 2 до 256 в зависимости от потребностей изображения и баланса между «экономией» и качеством;
- **Monochrome** (Монохромный), в котором используются только два цвета — например, черный и белый, даже без промежуточных серых оттенков.

В зависимости от графического редактора, с которым мы работаем, названия цветовых режимов могут различаться, или они могут быть представлены не в полном ассортименте, либо даже могут вводиться новые виды (например, режим 16 цветов — один из «стандартов» в веб-дизайне). Однако принципы построения и работы цветовых моделей и режимов незыблемы и не зависят от прихоти разработчика конкретной программы.

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ RGB

Основная идея цветовой модели RGB заложена уже в ее названии, которое образовано из первых букв английских названий цветов: Red, Green и Blue (красный, зеленый и синий). Любой цвет может быть «разложен» на эти три

базовых компонента и получен заново «смешиванием» базовых цветов в разных комбинациях и с разной интенсивностью.

В качестве «практической» иллюстрации принципа можно привести аналогию с разноцветными фонарями или лампами, которые освещают белый фон. Без освещения фон будет темным (черным), а в зависимости от того, каким из цветов его осветить, фон может казаться красным, зеленым или синим. При освещении двумя «фонарями» одновременно будут появляться новые цвета, а если яркость фонарей неодинакова, то образуются промежуточные оттенки. Наконец, если включить все три фонаря, то фон станет белым (когда смешаются все три основных цвета).

На рис. 2.1 приведены схемы смешения цветов в цветовой модели RGB — цветной (дублируется на цветной вклейке книги) и схематический вариант.

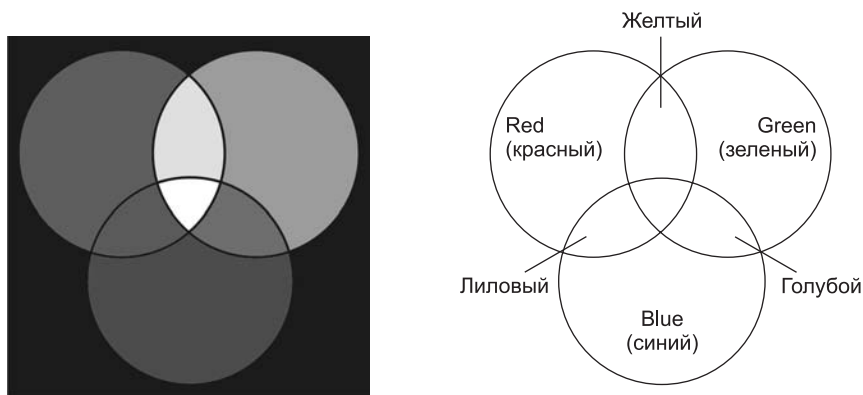


Рис. 2.1. Схема цветовой модели RGB 

При записи информации о цвете в модели RGB цвет разделяется на три составляющих и сохраняется яркость, или интенсивность, каждой составляющей, то есть каждого из основных цветов. Обычно интенсивность каждого цвета исчисляется от 0 до 255 (256 градаций), но иногда это число еще увеличивают.

Используя стандартный вариант модели RGB, мы можем записать какой-нибудь цвет примерно в таком виде: R:255 G:150 B:0. Это значит, что для получения записанного нами цвета необходимо использовать красный цвет с максимальной интенсивностью, зеленый — чуть больше половины, а синий не требуется вообще. Из рис. 2.1 мы знаем, что смешение красного и зеленого даст нам желтый цвет; а поскольку зеленый компонент представлен в нашем

цвете с меньшей интенсивностью, то это будет не чистый желтый цвет, а с заметным красным оттенком. Наверное, уже все читатели догадались, что приведенные нами цифры соответствуют какому-то оранжевому оттенку. Подобным образом (только, конечно же, более сложным и точным) получаются в модели RGB и все остальные цвета.



Процесс смешения основных цветов и отображения промежуточных оттенков показан в видеоуроке «Цветовая модель RGB», в котором вы можете увидеть не только как взаимодействуют цвета, но и как изображение «составляется» из отдельных цветовых каналов.

Цветовая модель RGB повсеместно используется в компьютерной графике по той причине, что основное устройство вывода информации (монитор) работает именно в этой системе. Изображение на мониторе образуется из отдельных светящихся точек красного, зеленого и синего цветов. Посмотрев на экран работающего монитора через увеличительное стекло, можно разглядеть отдельные цветные точки — а еще проще это увидеть на экране телевизора, поскольку его точки значительно крупнее.

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ СМЫК

Прочитав предыдущий раздел и познакомившись с законами цветовой модели RGB, читатели могут удивиться: сколько раз в детстве смешивали все краски вместе, а белого не получалось. И не случайно мы приводили в пример фонари, освещающие белый фон. Цветовая модель RGB может использоваться только тогда, когда при смешивании цвета *осветляют* друг друга — так, как это происходит со светящимися точками на мониторе или потоками света из фонарей.

При печати или при рисовании краски затемняют друг друга. Поэтому, придерживаясь принципа деления цвета на три составляющих, используют другие основные цвета — яркие и светлые. В названии цветовой модели СМЫК первые три буквы означают цвета Cyan, Magenta и Yellow (голубой, лиловый и желтый).

ПРИМЕЧАНИЕ



В отличие от цветов модели RGB, цвета модели СМЫК часто называют английскими названиями, а не переводят. Причина этому проста: слово «лиловый» может означать достаточно много разных оттенков, в то время как слово «magenta» означает совершенно конкретный, «типографский» оттенок цвета. Поэтому в рус-

скоязычной литературе можно увидеть английские написания цветов или их транслитерированные варианты — «циан» и «маджента» (желтый так и остается желтым, тут ничего не придумаешь). Типографские работники старой закалки называют цвета по-русски: красный, желтый и голубой (хотя под красным имеют в виду, конечно же, цвет magenta).

Соответственно изменившимся принципам и схема цветовой модели будет выглядеть по-другому: вместо темного неосвещенного фона мы возьмем белую «бумагу» и будем наносить на нее краски, которые, затемняя друг друга, в конце образуют черный цвет.

На рис. 2.2 приведены схемы смешения цветов в цветовой модели СМУК — цветной (дублируется на цветной вклейке книги) и схематический вариант.

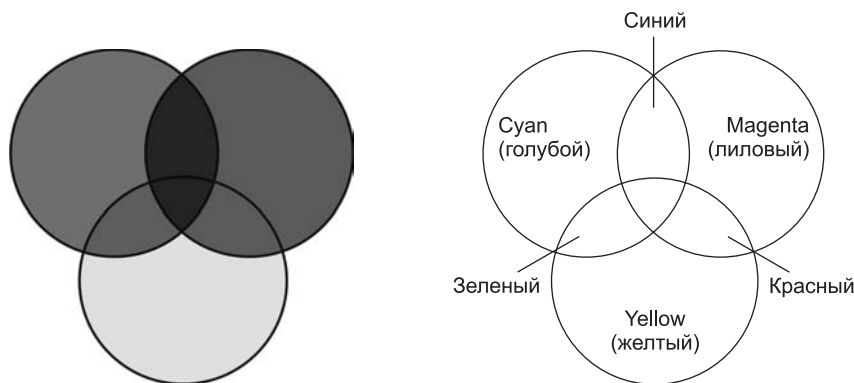


Рис. 2.2. Схема цветовой модели СМУ 

В подписи к рис. 2.2 не случайно цветовая модель названа СМУ, поскольку пока что мы использовали всего три цвета. Хотя, в принципе, все цвета могут быть образованы смешиванием трех базовых красок, на практике используется дополнительная, четвертая краска — черная. Причин этому несколько, и мы не будем освещать их подробно (эта тема скорее подходит для специализированных полиграфических статей и инструкций). Упомянем только, что печать в три краски оказывается дорогостоящей (очень большой расход красок для текста или графики черного цвета) и сложной (требуется точный баланс трех красок, иначе черный и серый цвета не получатся «чистыми», а будут иметь оттенок одного из основных цветов).

Итак, при печати используются четыре краски, а в названии цветовой модели появляется буква «К» — она означает черный цвет (black), который обозначается буквой «К», а не «В», чтобы не путать с обозначением цвета blue (синий).

ПРИМЕЧАНИЕ



Существует по крайней мере два популярных объяснения, почему черный цвет обозначается буквой «К». По одной из версий, это последняя буква в слове «black» (первая буква «В» не используется по уже упомянутым причинам). По другой версии, буква «К» — начальная буква слова «key». «Key color» означает «ключевой цвет» — ведь без черного цвета практически невозможно достичь правильного отображения цветов на печати.

При записи цвета в модели СМУК обычно используется диапазон значений от 0 до 100 (хотя программы и устройства обычно считают все так же от 0 до 255). Это связано с тем, что цветовая модель СМУК на много десятилетий старше, чем компьютерная графика, и баланс красок в ней традиционно измеряется в процентах. Запись цвета в модели СМУК может выглядеть так: С:100 М:0 Y:50 К:20. Соответственно, для получения цвета нужны максимум голубой краски, половинная норма желтой и одна пятая — черной. Обратившись к рис. 2.2, мы можем догадаться, что смешение голубого и желтого даст зеленый (в нашем случае — зелено-голубой, так как желтой краски меньше), ну а добавление черного сделает конечный цвет более темным.



Образование промежуточных цветов из основных и роль черного цвета при печати можно наглядно увидеть в видеоуроке «Цветовая модель СМУК».

Цветовая модель СМУК используется при печати — от простейших принтеров до настоящих типографий. В некоторых случаях задействуется большее количество цветов (например, существуют высококачественные шести- и даже восьмицветные принтеры), но все цветовые системы с дополнительными цветами строятся как бы «на основе» модели СМУК.

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ L^*a^*b

Цветовая модель L^*a^*b редко применяется в дизайне, хотя постоянно используется программами и устройствами в технических целях. Для человека она неудобна, так как ее трудно представить наглядно; для компьютеров же этого ограничения не существует, и они легко используют эту модель при различных вычислениях.

Особенность цветовой модели L^*a^*b — достаточно сложное построение: в ней отдельно записывается яркость цвета и отдельно — собственно цветовая информация. Буква «L» в названии модели означает «luminance» (свечение), а «*a» и «*b» — так называемые хроматические координаты, которые опреде-

ляют оттенок цвета. Поскольку у этой модели нет «основных» цветов, то отдельные значения в ней называются координатами — они как бы указывают положение цвета в воображаемом трехмерном пространстве.

Если модели RGB и CMYK использовали значения от 0 до 100 или от 0 до 255, то модель L^*a^*b использует смешанное исчисление. Координата L обычно измеряется от 0 до 100, а хроматические координаты — в диапазоне от -128 до 127 . Координата L означает яркость цвета, а каждая из хроматических координат смещает цвет в направлении одного из базовых цветов: координата a^* добавляет к цвету оттенок зеленого (отрицательные значения) или лилового (положительные значения), а координата b^* — оттенок синего или желтого. При значении 0 хроматические координаты не оказывают воздействия на конечный цвет.

На рис. 2.3 приведены схемы записи цветов в цветовой модели L^*a^*b — цветной (дублируется на цветной вклейке книги) и схематический вариант.

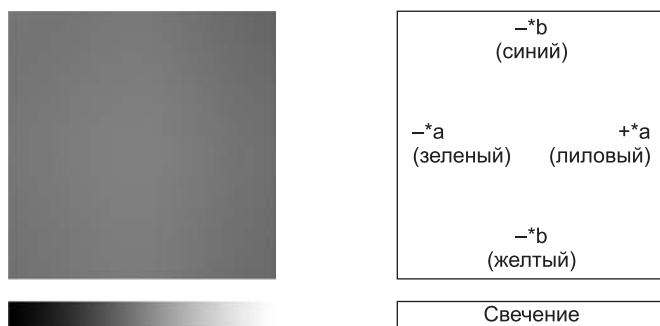


Рис. 2.3. Схема цветовой модели L^*a^*b 

Конечно, такое объяснение выглядит сложным. Однако ценность модели L^*a^*b совсем не в легкости понимания и не в удобстве использования. Ценность ее в том, что законы, по которым она построена, позволяют измерить цвет с невероятной точностью — в конечном итоге значения координат модели связаны с длиной световой волны и спектром света. Конечно же, для этого требуются специальные приборы — однако раз измеренный цвет будет нам точно известен.

Цветовая модель L^*a^*b считается *абсолютной*, в то время как все прочие модели — *относительные*, поскольку в них по причинам несовершенства технологий и оборудования цвет не может быть измерен с абсолютной точностью. Таким образом, цветовая модель L^*a^*b служит своеобразным эталоном, по которому можно сверять цвета и на который можно ориентироваться.

По тем же причинам модель L^*a^*b используется как «посредник» при согласовании устройств, работающих с разными цветовыми системами. Преобразования из одной цветовой модели в другую (например, из модели RGB в модель CMYK) *всегда* выполняются с промежуточным пересчетом в модель L^*a^*b — так результат получается более точным.

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ HSB

В качестве своеобразной «компенсации» за модель L^*a^*b , удобную для компьютеров и неудобную для людей, мир компьютерной графики включает модель HSB, которая, наоборот, удобна для людей и неудобна для вычислений. Поэтому, как правило, модель HSB используется как своеобразный «интерфейс» в тех случаях, когда выбор или редактирование цвета важно представить максимально наглядно.

Разработанная для каталогизации цветов, модель HSB не привязана к каким-нибудь реальным процессам, в ней не используется разделение цвета на основные компоненты. Вместо этого модель HSB разделяет цвет на простые и понятные составляющие: hue (оттенок цвета), saturation (насыщенность цвета) и brightness (яркость). Таким образом, редактирование и выбор цвета становятся простыми и понятными интуитивно.

На рис. 2.4 приведены схемы записи цветов в цветовой модели HSB — цветной (дублируется на цветной вклейке книги) и схематический вариант.

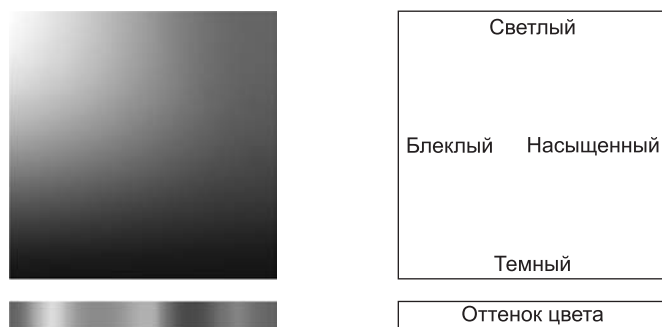


Рис. 2.4. Схема цветовой модели HSB 

Координата H (оттенок цвета) представлена в модели HSB как «закольцованная» полоска спектра, или радуги — с небольшой вольностью в виде превращения фиолетового опять в красный. Оттенок цвета является как бы базовой

характеристикой, которая потом корректируется изменением насыщенности и яркости цвета. С помощью этой системы намного легче подобрать сходные по яркости или по насыщенности цвета: требуется изменять только один параметр цвета, а не все одновременно.

Записываются значения координат в различных формах. В некоторых случаях все три параметра измеряются в «компьютерной» традиции — от 0 до 255. Иногда замкнутая в «кольцо» полоска спектра записывается в градусах, от 0 до 359 (как бы положение цвета на цветовом круге или кольце), а яркость и насыщенность измеряются в процентах от 0 до 100. Выбор системы измерения зависит в первую очередь от удобства ее использования в данном конкретном случае.

Кроме названия HSB, можно встретить ту же цветовую модель под названиями HSL или HLS. В этом случае вместо слова «brightness» (яркость) используются слова «luminosity» (свечение) или «lightness» (светлота), которые, впрочем, означают практически то же самое.

ЦВЕТОВОЙ РЕЖИМ GRAYSCALE (ОТТЕНКИ СЕРОГО)

В тех случаях, когда мы работаем с черно-белым изображением и информации о цвете нет или же ее можно не сохранять, мы можем использовать цветовой режим **Grayscale** (Оттенки серого), в котором сохраняется только информация о яркости изображения.

В большинстве случаев информация о яркости записывается в диапазоне от 0 до 255 — такого диапазона значений достаточно, чтобы соседние яркостные оттенки практически не различались глазом и разницы между яркостью номер 133 и яркостью номер 134 обычный человек заметить не мог. Не случайно во многих полноцветных цветовых моделях каждый компонент записывается в диапазоне от 0 до 255: этого достаточно, чтобы интервал яркости или интенсивности выглядел непрерывным.

На рис. 2.5 (дублируется на цветной вклейке книги) приведен пример цветного изображения и изображения, преобразованного в режим **Grayscale** (Оттенки серого).

Соответственно, для записи яркости требуется меньше информации, что позволяет уменьшить объем файла и экономнее потреблять ресурсы компьютера.



Рис. 2.5. Полноцветное изображение (слева) и изображение в режиме Grayscale (Оттенки серого) (справа)

Изображения в режиме **Grayscale** (Оттенки серого) используются при подготовке черно-белых полиграфических изданий (газет, книг) и в некоторых случаях — при оформлении веб-страниц.

ИНДЕКСИРОВАННЫЙ ЦВЕТОВОЙ РЕЖИМ

При необходимости уменьшить объем файла и в то же время сохранить информацию о цвете можно прибегнуть к режиму **Indexed Color** (Индексированный цвет). Как и режим **Grayscale** (Оттенки серого), режим индексированного цвета позволяет сохранить до 256 отдельных оттенков — но на этот раз не фиксированных значений яркости, а любых цветов. Во многих случаях количество цветов еще уменьшают: режим **Indexed Color** (Индексированный цвет) позволяет сохранить от 2 до 256 цветов в изображении.

Индексированным цвет называется потому, что к каждому файлу этого режима прилагается как бы «оглавление» («index» по-английски). В специальной цветовой таблице сохраняется информация о том, какие именно цвета задействованы в изображении, а при сохранении самого изображения просто используется «ссылка» на нужный цвет в цветовой таблице. Таким образом, не нужно каждый раз сохранять полную информацию о цвете, находящемся в изображении. Единожды занеся его в таблицу, в дальнейшем мы можем указывать этот цвет как «цвет № 25» или «цвет № 187».

На рис. 2.6 (дублируется на цветной вклейке книги) приведен пример простого изображения с небольшим количеством цветов, идеально подходящего для преобразования в режим индексированного цвета. Дополнительно на рисунке

показан шестнадцатичетный индекс изображения — то есть цвета, использованные для его описания.

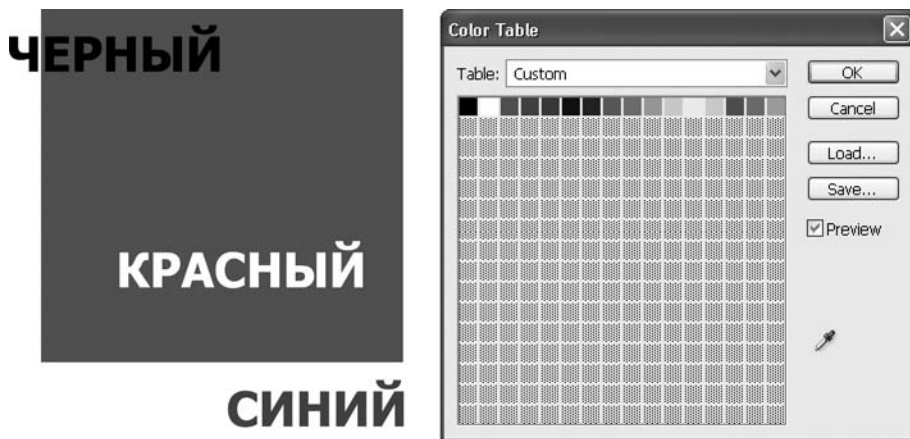


Рис. 2.6. Изображение с индексированным цветом (слева) и окно программы Adobe Photoshop, отображающее использованные цвета (справа) 

Использовать режим индексированного цвета особенно актуально, когда в нашем изображении задействована не вся цветовая гамма — как на примере, показанном на рис. 2.6, *слева*. Если в изображении много разных оттенков, то при преобразовании в режим индексированного цвета часть из них придется «потерять», что снизит качество изображения и разница между соседними оттенками будет бросаться в глаза. На рис. 2.7 приведено изображение с большим количеством плавных цветовых переходов, которые не позволяют преобразовать изображение в индексированный цвет без потери в качестве.



Рис. 2.7. Полноцветное изображение (слева) и изображение в режиме индексированного цвета (справа) 

Чтобы компенсировать искажения цвета, используют специальную технику под названием «Dithering» (смешение). Она выполняется графическими программами автоматически при преобразовании изображений в другие цветовые режимы (с малым количеством цветов), и суть ее в том, что пикселы разных цветов «перемешиваются» для *имитации* недостающих промежуточных оттенков. Это позволяет до некоторой степени сгладить и замаскировать резкие смены оттенков (рис. 2.8).

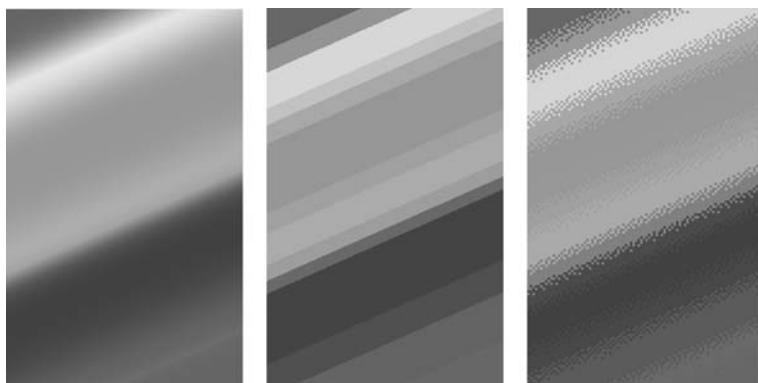


Рис. 2.8. Полноцветный рисунок (*слева*), рисунок в режиме индексированного цвета без использования смешения (*в центре*) и с использованием смешения (*справа*) 

Изображения с индексированными цветами широко применяются в Интернете: один из двух наиболее распространенных форматов изображений в веб-графике (формат GIF89a) является форматом с индексацией цветов.

ЦВЕТОВОЙ РЕЖИМ MONOCHROME (МОНОХРОМНЫЙ)

Самый простой и примитивный цветовой режим — **Monochrome** (Монохромный), в котором используются только два цвета. Название «монохромный» предполагает один цвет (моно — «один», chroma — «цвет»), но второй — это как бы «фон», на котором мы рисуем одним цветом. Обычно используются черный и белый цвета, но иногда можно встретить и другие комбинации.



ПРИМЕЧАНИЕ

В Adobe Photoshop мы не найдем цветового режима под названием «Monochrome», он будет называться «Bitmap» (битовая карта) — это потому, что для записи информации о каждом пикселе достаточно одного бита информации.

В монохромном режиме можно сохранять чертежи, схемы, текстовую информацию, рисунки в технике графики — словом, все изображения, в которых не требуется высокого качества и которые нужно уменьшить в объеме (рис. 2.9).

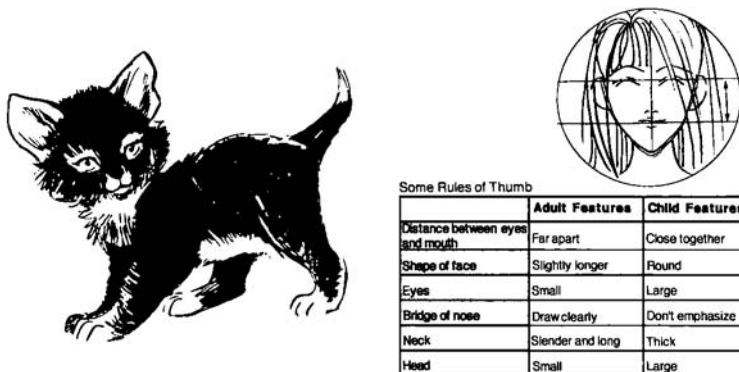


Рис. 2.9. Монохромные изображения

При преобразовании в монохромный режим нужно использовать dithering (смешение цветов) для имитации оттенков. Без смешения результат будет не только некрасивым, но и, возможно, неузнаваемым. При смешении можно достичь не только узнаваемого, но и оригинально выглядящего изображения (рис. 2.10).

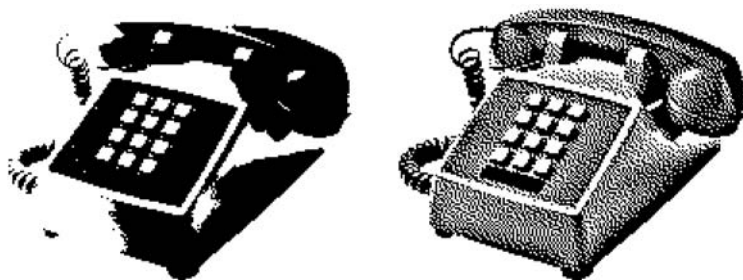


Рис. 2.10. Монохромное изображение без использования смешения (слева) и с использованием смешения (справа)

Значение монохромных изображений очень велико, но они важны не для дизайнера, а для процесса печати. Струйные и лазерные принтеры, типографии используют монохромную печать (краску или тонер нельзя осветлить и сделать серой), и, посмотрев на страницу с распечатанным изображением, легко заметить, что оно складывается из белых и черных точек. При этом используются разные техники получения промежуточных оттенков, не совпадающие с техникой смешения цветов, предлагаемой Photoshop, однако принцип сохраняется тот же.