

Цветовые модели

К сожалению, пользование цветом в компьютере может оказаться запутанным и разочаровывающим процессом. В большинстве компьютерных программ Вы не выбираете цвета, как сделали бы это, придя в любой специализированный художественный магазин. У Вас имеется лишь возможность искать вниз и вверх по программным меню и подменю и рыться в глубине каждой палитры, и Вы к тому же наверняка не сможете найти на привычных «полках» названия «жженая сиена» (охра), «хром-кобальт сине-зеленый» или «лимонный кадмий». Более вероятно, что Вам придется «сражаться» с диалоговым окном, где Вы должны будете задать цвета, полагаясь на процентное соотношение красного, зеленого и синего или циана, мадженты, желтого и черного.

Как художник Вы наверняка удивитесь, почему все в компьютере необходимо разбивать на цифровые показатели. Почему нельзя просто взять прекрасные природные цвета с прокручиваемой на экране палитры, где каждому имени цвета будет соответствовать крошечная иконка в виде тюбика с краской? Чтобы ответить на этот вопрос, предположите на мгновение, что Вам не нужно создавать цифровые изображения на компьютере. Представьте себе, что Вам нужно испечь яблочный пирог, такой же вкусный, как у вашей бабушки. Вооружившись старым бабушкиным рецептом приготовления, где точно указано необходимое для пирога количество муки, яблок, сахара и масла (а также взяв в помощники свой кулинарный талант), Вы, пожалуй, сможете в результате воссоздать вкус бабушкиного пирога. Даже если это будет не первоклассное воспроизведение. оно, по крайней мере, будет не сильно отличаться от оригинала. Но

если у Вас нет рецепта, ваши усилия по воспроизведению пирога только по памяти будут, наверное, тщетными и окончатся полным провалом.

ЦВЕТОВЫЕ МОДЕЛИ КАК ВЫХОД ИЗ ПОЛОЖЕНИЯ

Так же как вкусовые рецепторы человека способны чувствовать разнообразие вкусовых оттенков, так и человеческий глаз способен различать бесчисленное множество цветов. С целью описать тщета так, чтобы можно было их последовательно затем воссоздать, ученые разработали средство описания цветов, называемое *моделью цвета* или *цветовой моделью* (color model). Как Вы узнаете дальше, самой важной цветовой моделью для пользователей компьютера является модель **RGB** – **red, green, blue** (красный, зеленый, синий). Используя цветовую модель **RGB**, Вы можете точно описать цвета, которые могут быть созданы на компьютере из составляющих красного, зеленого и синего. Например, коричневый цвет может быть описан как: красный 147, зеленый 72 и синий 17. Так как цвет, создаваемый компьютером, и цвет, который получается в результате печати изображения на печатном станке, не совсем один и тот же, физики создали другую цветовую модель специально для печатаемых цветов, известную как цветовая модель **СМУК**. В этой модели цвета могут создаваться разным процентным соотношением **циана** (cyan) – синего, **мадженты** (magenta) – ярко-красного, **желтого** (yellow) и **черного** (black(K)). Например, тот же коричневый в цветовой модели **СМУК** будет выглядеть следующим образом: циан – 2,7%, маджента – 77%, желтый – 100% и черный – 18%.

Чтобы успешно пользоваться компьютерными цве-

тами, необходимо иметь представление о концепциях, положенных в основу цветовых моделей. Настоящая глава предоставит Вам «цветное путешествие», где Вы узнаете, как определять (задавать) цвет па компьютере, используя вышеупомянутые модели.

Перед тем как Вы перейдете к рассмотрению различных цветовых моделей и того, как различное программное обеспечение работает с ними, важно понять, как мы с вами воспринимаем цвета.

КАК МЫ С ВАМИ ВОСПРИНИМАЕМ ЦВЕТ

Человеческий глаз воспринимает цвета, основываясь на различной длине световых волн, которые поглощаются и отражаются различными предметами. На самом деле цвет того или иного объекта определяется светом, который попадет на освещаемый объект, и зрителем. Например, предположите, что у Вас есть яблоко, лежащее сверху на мониторе вашего компьютера, и цифровое изображение яблока на самом мониторе. Чтобы Вы смогли видеть настоящее яблоко, световые волны отражаются от его поверхности, некоторые из них поглощаются поверхностью яблока, а другие – в частности, красные – отражаются обратно, попадая на сетчатку вашего глаза.

Насколько же красное это яблоко на самом деле? Это в первую очередь зависит от самого яблока. Чем больше световых волн красного цвета отражается, попадая на сетчатку глаза, тем более красным оно кажется в реальности. Но если общее освещение или искусственный источник света слабые, красное яблоко может оказаться темнее, чем если бы оно лежало па сто-

ле для пикника в ясный солнечный день. Другим фактором, определяющим, насколько яблоко красное на самом деле, являетесь Вы сами, т.е. наблюдатель. Если Вы очень голодны, яблоко может показаться Вам даже более красным. Если же Вы только недавно проглотили бутерброд, то можете не заметить, что яблоко красное.

Если Вы выключите освещение в своей комнате, то не сможете увидеть настоящее яблоко, но все-таки сможете наблюдать его версию на компьютерном экране. Это происходит потому, что экран сам испускает свет. Имея дело с разницей между цветами, производимыми естественными источниками света и экраном, испускающим свет, Вы имеете дело с фундаментальными проблемами, когда работаете на компьютере с цветами, которые в конечном итоге выводятся на печать. Цвета, наблюдаемые на экране компьютера, создаются путем комбинирования красного, зеленого и синего света, испускаемого монитором при помощи электронных пушек, соответственно красной, зеленой и синей. Цвета, создаваемые в печатной машине, базируются на печатных красках цвета циан, маджента и желтый, которые поглощают цвета.

ЦВЕТА НА ОСНОВЕ СЛОЖЕНИЯ И ВЫЧУТАНИЯ

Хотя световой поток и состоит из волн разной длины, наши глаза в первую очередь реагируют на световые длины волн красного, зеленого и синего цветов. Красный, зеленый и синий называют **аддитивными** или цветами на основе сложения (additive primaries), так как бесконечное множество цветов может быть создано путем добавления различных степеней насыщенности красного, зеленого и синего света. Путем добавления

одних основных цветов к другим получают еще три цвета: циан, маджента и желтый. Если сложить вместе красный, зеленый и синий, получится белый цвет. Ниже видно, как красный, зеленый и синий, сочетаясь друг с другом, создают белый, циан, мадженту и желтый:

красный + зеленый + синий = белый

зеленый + синий = циан

синий + красный = маджента

зеленый + красный = желтый

Из циана, мадженты и желтого могут быть созданы другие бесконечные цвета. Например, ниже показывается, как эти три цвета могут применяться для получения черного, красного, зеленого и синего:

циан + маджента + желтый = черный

циан + маджента = синий

желтый + маджента = красный

желтый + циан = зеленый

Циан, маджента и желтый создают другие цвета путем абсорбции и вычитания цветов. Поэтому их иногда называют цветами на основе вычитания или **субтрактивными** (subtractive primaries). Это основа большей части процесса печати. Например, когда точки желтой печатной краски перекрывают точки печатной краски маджента, получается красный. Когда две печатные краски комбинируются, они поглощают зеленые и синие длины световых волн и отражают глазу только красные.

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ RGB

Цвета, создаваемые компьютером, базируются на основных принципах восприятия нашим глазом и моз-

гом деления длин световых волн на **красный, зеленый и синий**. Цвета, которые Вы видите на экране компьютера, получаются из ярко светящихся красных, зеленых и синих люминофоров цветного свечения, испускаемого вашим монитором.

Комбинируя красные, зеленую и синие люминофоры, ваш монитор способен создавать миллионы цветов. Это основа **RGB**-модели.

Хотя человеческий глаз способен различать даже больше цветов, чем может произвести на свет ваш монитор, **RGB**-модели вполне достаточно для создания цветов и оттенков, необходимых для производства фотореалистичных изображений на экране вашего компьютера.

Большинство компьютерного программного обеспечения, использующегося для производства цветов для печати и мультимедиа, дает Вам возможность выбора цветов, используя красный, зеленый и синий цветовые компоненты. Многие программы рисования, обработки и редактирования изображений предоставляют возможность выбора из более чем 16 миллионов комбинаций **RGB**-цветов.

Когда Вы имеете дело с таким морем возможностей, цвета, как правило, выбирают согласно их номерам. Большинство программных графических средств позволяют Вам выбрать любой из **256 оттенков** красного, 256 оттенков зеленого и 256 оттенков синего. Нетрудно посчитать, что **$256 \times 256 \times 256 = 16,7$ миллионов** цветов.

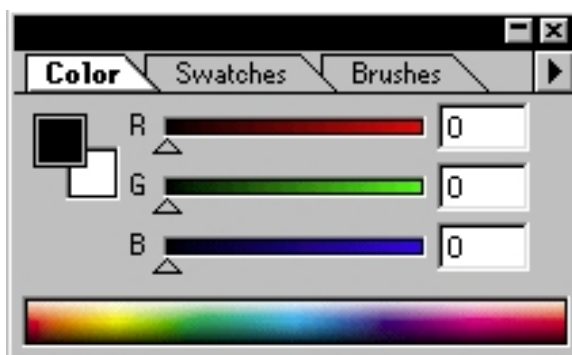
К СВЕДЕНИЮ:

Компьютер дает Вам возможность выбора из 256 оттенков красного, зеленого и синего, потому что он использует 8 бит памяти для каждой составляющей цвета. Комбинация трех цветовых составляющих обес-

печивает 2^{24} цветов (приблизительно 16.7 миллионов) – отсюда термин «24-битный цвет». Если ваш компьютер не имеет 24 битной цветовой карты или достаточного объема видеопамати, то Вы не сможете наблюдать на своем экране миллионы цветов. Смотрите главу 2 для более подробной информации о 24-битной видеокарте.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RGB-ЦВЕТОВ

Выбор цветов в графическом программном продукте, как правило, происходит посредством диалогового окна, часто называемого **цветовой палитрой** (color palette) или **цветовым сортировщиком** (color picker). В этой палитре Вы имеете возможность выбирать цвета, изменяя значения красного, зеленого и синего или нажимая мышью на цветной спектральный круг. Три линейки на палитре называются **ползунками** (aliders). Нажимая кнопку мыши в нужном месте и передвигая курсором по линейке, можно задать любой из **16,7 миллионо**в цветов. Каждой точке на ползунке соответствует свой номер от 0 до 255. Когда все три ползунка установлены на 0, создается черный цвет. При перетягивании ползунков вправо добавляются компоненты красного, зеленого или синего света. Как Вы уже, возможно, заметили, данная комбинация красного, зеленого и си-

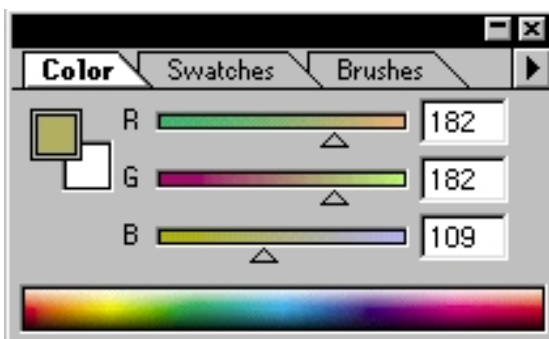


него создает в результате красный. Красный цвет, заданный на этой палитре, не входит в диапазон или цветотряд печатных цветов.

Если Вам захотелось создать

желтый в цветовой модели **RGB**, Вам следует установить красный и зеленый ползунки в крайнее правое положение, а синий ползунок – в крайнее левое положение. Если Вам вздумалось создать оттенок серого, то Вам необходимо установить каждый ползунок на одинаковый номер (позицию с одинаковыми номерами). Например, если перетянуть все три ползунка на 32, то у Вас получится темный оттенок серого. Если все ползунки установить в позицию 200, то у Вас будет светло-серый оттенок. Если перетянуть все ползунки на 255, получится белый цвет.

Внизу палитры помещается цветная спектральная шкала **RGB**-цветов. Если Вы щелкаете мышью по синей области оттенков на спектральной шкале, ползунки перескакивают на соответствующие



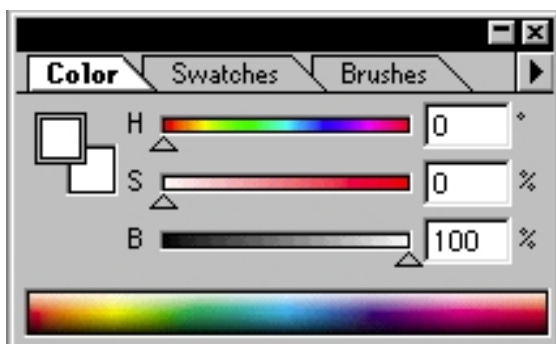
уровни **RGB** для отображения соответствующего цвета. Другая полезная функция этой палитры **Photoshop** обладает **динамическими ползунками** (dynamic sliders), в которых каждый ползунок заполнен диапазоном цветов. Цвета внутри такого ползунка демонстрируют Вам, какой цвет у вас получится, если Вы передвинете элемент управления ползунка в данный цветовой пункт на ползунковой шкале. Эту функцию демонстрирует следующий рисунок.

Независимо от той помощи, которую оказывают Вам динамические ползунки, многие компьютерные художники полагают, что руководствоваться **RGB**-составляющими при выборе цвета не очень интуитивно. Предположим, что Вы захотели создать специфический коричневый оттенок. Это может запясть у Вас немало вре-

мени, если Вы приметесь щелкать мышью и тягать ползунки в надежде наконец получить именно тот коричневый цвет, который Вам нужен, даже если будет просто базовая «жженая сиена».

ЦВЕТОВЫЕ МОДЕЛИ HSB/HSV и HSL

Цветовая модель **HSB** (hue, saturation, brightness



– тон, насыщенность, яркость) была разработана с целью обеспечения художника средствами интуитивного выбора цвета. Модель **HSB** очень полезна, так как большинство людей

не думает о цвете, который базируется на его красной, зеленой и синей составляющих. Например, когда Вы описываете цвет солнца, Вы не говорите, что он представляет из себя 100% красного и 100% зеленого. Вы скажете, что солнце – просто ярко-желтое. Когда Вы употребляете здесь слово «желтый», Вы описываете его с точки зрения его **тона** (hue) или цветового имени в его цветовом спектре или спектральном круге. **Насыщенностью** (saturation) часто называют характеристику, принятую для описания того, насколько интенсивен цвет. Чем больше или меньше интенсивность цвета, тем больше или меньше насыщенность. Говоря более техническим языком, насыщенность описывает количество серого в цвете. Цвет без содержания серого или белого является высоконасыщенным, а менее насыщенный

цвет содержит больше серого. **Яркость** (brightness) цвета определяет, как много света он содержит. Цвет, не содержащий яркости, – черный; цвет со 100-процентной яркостью – белый.

Большинство компьютерных программ, которые дают возможность пользователю создавать более 256 цветов, содержит определенную форму цветовой **HSB**-палитры. Некоторые программы используют различные вариации цветовой **HSB**-модели. Некоторые используют **HLS** или **HSL**, где «L» обозначает освещенность (lightness). Другие программные продукты, такие как, например, **Fractal Design Painter**, используют **HSV**-модель. В названии **HSV** «V» обозначает величину яркости цвета.

Порядок использования цветовой модели HSB, такой же, как и для RGB-модели. Ниже показано диалоговое окно HSB-палитры из программы Adobe PhotoShop. Сначала Вы выбираете необходимый Вам тон будущего цвета (H), затем управляете насыщенностью (S) и яркостью (B) с помощью ползунков и получаете нужный Вам цвет.

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ CMYK

Когда Вы наблюдаете цвет, созданный на экране компьютера, он основывается на свете, испускаемом вашим монитором. Так как печатная страница не испускает никакого света, цветовая **RGB**-модель не может быть использована при создании цветов для напечатанной страницы. Вместо этого для описания печатных цветов используется цветовая модель **CMYK**.

В цветовой **CMYK**-модели различное процентное содержание циана, мадженты, желтого и черного комбинируется для производства бесконечного множества цветов. Теоретически, высокое процентное содержание

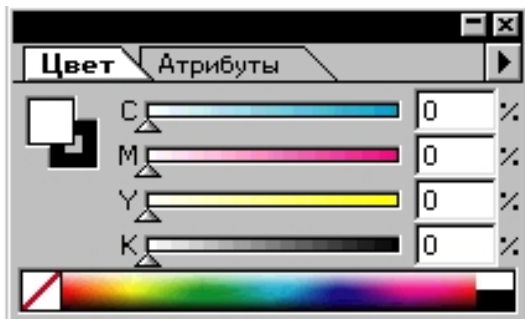
циана, мадженты и желтого образует черный цвет. Но из-за примесей, входящих в состав цветного пигмента типографской краски, черный цвет часто получается грязно-коричневым. Таким образом, принтеры добавляют черный краситель для создания чистого черного цвета и подчеркивают тени и серые участки изображения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМУК-ЦВЕТОВ

Когда печатается страница с использованием **СМУК**-цветов, цветные точки различного размера, наносимые типографской краской, создают иллюзию цветов. Размер каждой окрашенной точки определяется в процентах (от 1 до 100).

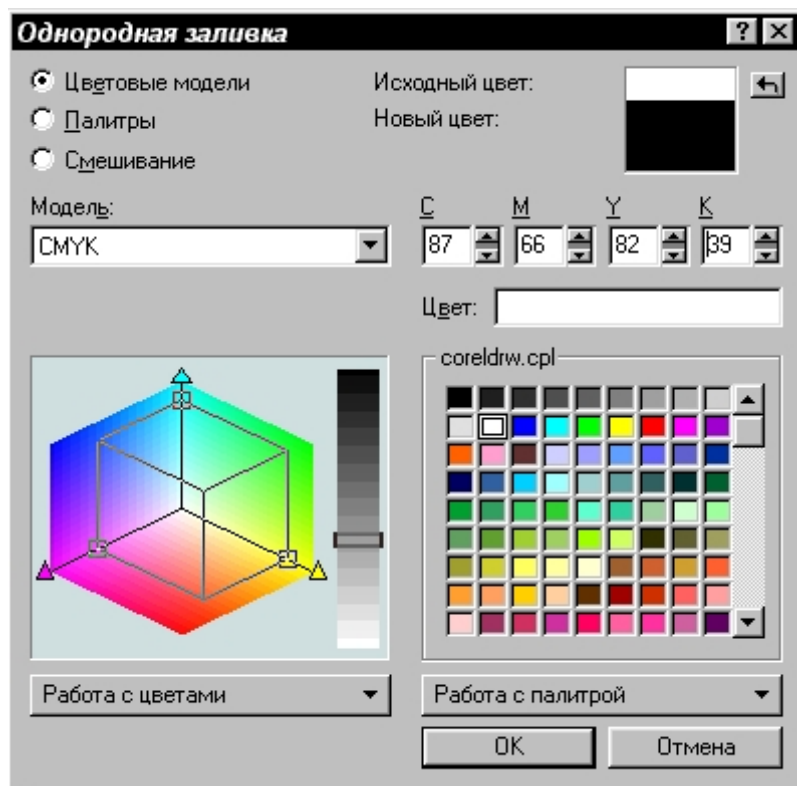
Пакеты программ, которые дают нам возможность создавать и/или редактировать **СМУК**-цвета, часто содержат четыре настраиваемых ползунка для каждого из компонентов **СМУК**-цвета.

Показанная здесь палитра **Paint Style** из программы **Adobe Illustrator** содержит ряд маленьких цветных квадратиков, называемых образчиками. Диалоговое окно **СМУК**-цветов программы **CorelDRAW** позволяет Вам выбирать **СМУК**-цвета, изменяя процентное соотношение или щелкая мышью внутри цветного параллелепипеда, представляющего собой цветовую **СМУК**-модель. Панель "Однородная заливка" из программы



CorelDRAW показана на рисунке на следующей странице.

Таким образом, чтобы добавить больше красного в цвет на экране, Вы можете увеличить процентное содержание желтого и



мадженты. Для создания синего добавьте мадженту и циан. Для получения зеленого добавьте желтый и циан. Чтобы сделать цвет более интенсивным, Вы можете удалить его производные. Например, чтобы сделать цвет более красным, Вы можете убрать из него циан.

Цветовая палитра программы также способна облегчать задачу выбора **CMYK**-цветов. Как и **RGB**-палитра, **CMYK**-палитра программы **Photoshop** использует динамические ползунки. Щелкая мышью в области цветового спектра, Вы можете быстро выбрать различные **CMYK**-цвета.

В качестве еще одного помощника в выборе **CMYK**-цветов многие приложения для обработки и редактирования изображений содержат инструмент «пи-

петка» (eyedropper). Когда Вы щелкаете по какому-либо цветовому участку изображения «пипеткой», ползунки на цветовой палитре автоматически подстраиваются под цвет этого участка.

Другим полезным инструментом для выбора цветов является **каталог образчиков рабочих цветов** (swatchbook). Каталоги образчиков демонстрируют печатный образец цвета и обеспечивают точные процентные соотношения **СМУК**-цветов, которые необходимо задать, чтобы точно передать цвет при печати. Вам просто нужно найти цвет, который Вы хотите, затем настроить **СМУК**-цвета, с тем чтобы указать их процентные соотношения в каталоге образчиков.

Когда Вы работаете с **СМУК**-цветами, важно понимать, что количество цветов, которое может быть передано на печатной странице, намного меньше того, что может быть создано на экране монитора. Как уже упоминалось ранее, цветовой спектр, обеспечиваемый цветовой моделью, называется **гаммой этой модели** или **диапазоном**. Диапазон **RGB** шире диапазона **СМУК**.

Вообще-то, это значит, что Вы можете создать на экране цвета, которые не могут быть воспроизведены при печати в типографии. Программы типа **Photoshop** и **QuarkXPress** имеют диапазонные предостерегающие указатели, которые появляются, когда Вы выходите за рамки **СМУК**-диапазона.

Когда появляется такое особое предостережение, говорящее о том, что полученный Вами цвет не соответствует модели **СМУК**, Вы сможете просто щелкнуть по нему мышью, тем самым заставив **Photoshop** изменить цвет на ближайший по спектру цвет, эквивалентный **СМУК**-модели.

Различия между цветовыми диапазонами **СМУК** и **RGB** создают не просто ряд проблем – они открывают "ящик Пандоры". Возможно, самой значительной про-

блемой художника является соответствие цветов. Ваш монитор создает цвета, испуская свет, а **СМУК**-цвета видимы по причине того, что свет отражается от объекта. Это означает, что **СМУК-цвета на экране часто не соответствуют их напечатанным эквивалентам.** Обычно экранный аналог **СМУК**-цвета будет несколько ярче, нежели тот же самый цвет, выведенный на печать.

Проблема преобразований между цветовыми областями заставила компанию **Adobe Systems** и других начать пользоваться **аппаратно-независимыми цветовыми областями**. Аппаратно-независимые (device-independent) цветовые области – это цветовые интервалы, которые не подвержены идиосинкразии (искажению в процессе отображения) со стороны каких-либо элементов программного и аппаратного обеспечения.

МОДЕЛИ CIE И LAB COLOR

В самом начале девяностых группа ученых сформировала комиссию, часто называемую **CIE** (Commission Internationale de l'Eclairage). Целью других ученых было создать систему цветов, которая позволила бы производителям печатной краски, красителей и материалов точно устанавливать цвета. Они хотели создать систему цветов, основанную на принципах их восприятия человеческим глазом, а не только на стиле, с которым каждое конкретное устройство производит цвета. Результатом научных изысканий явилось пространство **CIE**.

В 1976 году цветовая модель была пересмотрена, и был создан **Lab** или **Lab**-цвет. **Lab** – это цветовое пространство, которое включает в себя цветовые диапазоны как **RGB**, так и **СМУК**. **Lab** обеспечивает ученых, работающих с цветом, и инженеров-программистов точным методом определения того, насколько один цвет близок к другому. Пользуясь цветовой моделью **Lab**,

ученые-физики создали стандартные атласы цветов. Пользуясь этими таблицами, Вы можете сравнивать диапазон устройств ввода и вывода с целью обеспечить неизменные цвета при передаче данных между монитором, сканером и принтером.

Большинство компьютерных художников не создают цветов с использованием **Lab**. **Lab**-стандарт используется только в некоторых программах, таких как **Adobe Photoshop**, в качестве промежуточного цветового пространства. Для того чтобы успешно осуществлять преобразования между одним цветовым пространством и другим, изображения, выполненные в **Adobe Photoshop**, сначала преобразуются в цветовое пространство **Lab**. **Lab** также используется в цвето-измерительном оборудовании, таком как спектрофотометры и колориметры, для обеспечения точного прочтения сверстанных цветов.

ИНДЕКСИРОВАННЫЙ ЦВЕТ

Данный раздел посвящен в основном цветовым диапазонам, в которых задействованы миллионы цветов. Некоторые работы с цветными изображениями вовсе не требуют использования бесчисленного множества цветов. Например, если Вы занимаетесь разработкой продуктов мультимедиа, которые предстоит наблюдать на множестве разных компьютеров, Вам, возможно, будет необходимо ограничить свою цветовую палитру 256 цветами, т.е. минимальным для многих компьютерных систем качеством.

Когда компьютер использует только 256 цветов, он часто изображает их в виде **цветовой таблицы** (color table), иногда называемой **таблицей кодировки цвета** (color lookup table (GLUT)). Таблица кодировки цвета служит своего рода индексатором цветов для компью-

терной системы. Таким образом, Вы, возможно, слышали термин «**индексированный цвет**» (Indexed color) применительно к цветовым палитрам, в которых использовано 256 или менее цветов.

Если производитель мультимедиа нуждается в сокращении миллионов цветов до тысяч или даже сотен, то его программное обеспечение может в этом случае прийти на помощь. Например, **Adobe Photoshop** включает в себя индексированный цветовой режим, который позволяет Вам ограничивать количество цветов своего изображения 256 или менее цветами. Как **Photoshop**, так и **Macromedia Director** позволяют Вам редактировать, создавать и именовать различные цифровые палитры, а также выбирать из разнообразных уже имеющихся цветовых палитр, заданных по умолчанию.

Палитра **NTSC** выбрана для того, чтобы убедиться в том, что цвета изображения не выпадают за пределы диапазона, допустимого для показа по телевидению.

Программа **Director** и другие программные продукты для работы в мультимедиа также дают возможность пользователю переключаться с одной 256-цветной палитры на другую.

Не все цифровые изображения требуют бесчисленного множества цветов. Некоторым цифровым изображениям необходимо всего лишь два или три цвета. При выводе их на печать процесс формирования **СМУК**-цветов часто бывает не нужен, вместо этого могут быть использованы **spot**-цвета.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SPOT-ЦВЕТОВ

В процессе печатания типографские краски смешиваются вместе для производства специфических цветов. **Spot**-цвета часто используются для производства определенных металлических цветов, которые находят-

ся за пределами цветового диапазона **СМΥΚ**. Некоторые виды графической печати требуют использования четырех **СМΥΚ**-цветов и «экстра»-цвета, пятого, который может быть напечатан посредством использования **spot**-цветов.

Большинство художников, работающих со **spot**-цветами, не пользуются для их создания цветовой палитрой. Вместо этого они используют **системы цветового соответствия**. В США наиболее известными системами являются **Pantone** и **TruMatch**.

Большинство графических программных средств, оснащенных для использования в издательском деле, позволяет Вам, по крайней мере, выбрать из числа цветов, содержащихся в каталоге образчиков **Pantone**. Как правило, диалоговое окно **Edit Color** программы дает возможность пользоваться несколькими системами цветового соответствия, включая **Pantone**, **Toyo**, **TruMatch** и **Focoltonc**.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теперь, когда Вы узнали об основных положениях теории создания цветов на компьютере, Вы готовы перейти к следующей главе, чтобы начать исследование многообразных особенностей, которые могут быть предложены различными графическими программными средствами.

