



X-Rite

www.x-rite.com

© X-Rite, Incorporated 1998

ALL RIGHTS RESERVED

X-Rite®, X-RiteColor®, the X-RiteColor logo, Digital Swatchbook®, X-Scan®, and QuickInk® are registered trademarks of X-Rite, Incorporated.

Adobe, Adobe PageMaker, and PostScript are registered trademarks and Adobe Photoshop and Adobe Illustrator are trademarks of Adobe Systems Incorporated. Encapsulated PostScript (EPS) is a trademark of Altsys Corporation. Free Hand is a trademark of Macromedia, Inc. QuarkXPress is a registered trademark of Quark, Inc. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders. Mention of third-party products is for informational purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. X-Rite, Incorporated assumes no responsibility for the performance or use of these third-party products.

Apple and Macintosh are trademarks of Apple Computer, Inc., registered in the United States and other countries. Mac and ColorSync are trademarks of Apple Computer, Inc.

руководство по работе с цветом

Передача, измерение и контроль за цветом

**в полиграфии и цифровой
обработке изображений***

Часть 1



Глава 1. Цвет как средство коммуникации

Цвет служит средством общения. Цвет помогает торговать. Цвет — это сила, которая стимулирует продажи практически любого потребительского продукта. Профессионалы дизайна, графики и полиграфисты прекрасно знают, что цвет является ключевым фактором в процессе торговли, поскольку играет важную роль при *принятии решения о покупке*. Он пробуждает в покупателе целую вереницу эмоций, притягивающих его к тому или иному товару. Если правильно и эффективно использовать цвет в процессе производства и маркетинга того или иного продукта, то потенциальные покупатели смогут ощутить и осознать привнесенную в данный продукт добавочную стоимость.

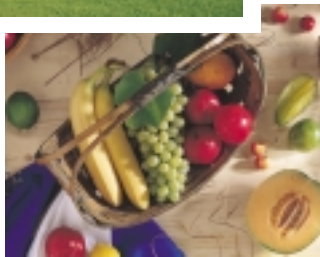


На этих тестовых изображениях GATF показаны цвета, при воспроизведении которых необходимо соблюдать особую аккуратность. Если телесные тона, синева неба, зелень травы или фруктов выйдут за пределы очень небольшого допустимого диапазона, все впечатление от картинке будет испорчено.

Чтобы использовать эффективно цвет, его обязательно нужно держать под строгим контролем. Процесс работы с цветом начинается с дизайнерской идеи и спецификации заказчика. С этого момента между многочисленными участниками производственного процесса возникает необходимость передавать цвета, и все они будут как-то интерпретировать

эти цвета и воспроизводить их на самых разных устройствах. На каждом этапе производства *выходные данные* одного процесса становятся *входными данными* следующего. При каждом подобном обмене цвет попадает в новое цветовое пространство — с фотографической пленки на RGB-монитор, затем в СМΥК-процесс для вывода на цветопробном устройстве и на типографской печатной машине. При этом результат каждого такого этапа оценивается различными людьми и в различных условиях просмотра.

Так как же мы можем гарантировать, что наши первоначальные идеи и спецификации останутся в целости и сохранности на протяжении всего этого сложнейшего про-



цесса? Именно на этот вопрос и призвано ответить данное руководство. Если сказать кратко, то решением этой проблемы является *измерение цвета*. Если вы умеете *измерять* цвет, вы можете его *контролировать*. В данном руководстве мы изложим фундаментальные принципы передачи цвета, измерения цвета и контроля за ним.

Проблема: передача информации о цвете

Посмотрим, какие именно лица, участвующие в производственном процессе, подобно эстафетной палочке передают друг другу груз ответственности за то, чтобы конечный результат полностью соответствовал спецификации цвета, заданной заказчиком:

- **Лицо, специфицирующее содержание/Клиент.** Задает основную идею; определяет общую концепцию изображения; предоставляет общие или частные спецификации на цвет и бумагу.
- **Дизайнер-график/Фотограф.** Предоставляет изображение, иллюстративный материал и файлы страниц, а также спецификации на цвет в печатной или цифровой форме.
- **Поставщик допечатных услуг.** Предоставляет окончательные цветоделенные пленки, разбивку оригинала по цветам, спецификации на цвет в печатной или цифровой форме.
- **Поставщик печатных красок.** Обеспечивает производственный процесс красками в соответствии со спецификациями на цвет; учитывает спецификации на бумагу.
- **Типография.** Предоставляет окончательный отпечатанный материал в соответствии со спецификациями на цвет.

Каждый этап производства цветной продукции привносит в нее дополнительную добавочную стоимость и обогащает содержательную идею. Правильная спецификация цвета гарантирует, что на основании полученных входных данных в конце каждого этапа будет получаться точный и правильный цвет.

Поскольку мы стремимся создавать яркие, высококачественные документы и проекты, мы стараемся в каждой фазе производства кон-

тролировать цвет. Однако в зависимости от ситуации при каждом просмотре происходит своя интерпретация одного и того же цвета. Например:

- Наша исходная сцена содержит широкий спектр естественных, живых цветов.
- Фотография запечатлевает большую часть этих цветов, однако в процессе сканирования и перевода фотографии в цифровые RGB-данные некоторые особенно яркие, сияющие тона теряются. Еще больше цветов теряется или видоизменяется, когда отсканированное изображение воспроизводится на мониторе, причем на разных мониторах сцена может отображаться с некоторыми различиями.
- В процессе производства нам приходится переносить наше произведение из одной программы в другую: из программы обработки растровых изображений в векторное приложение или в пакет для верстки и так далее. Цвета в этих приложениях специфицируются разными способами. Например, если указать цвет, содержащий 87% пурпурного и 91% желтого, то в таких приложениях, как Photoshop, FreeHand и QuarkXPress, получатся цвета, слегка отличающиеся друг от друга.
- Когда мы выводим свою работу на печать, происходит цветоделение, то есть преобразование RGB-данных в СМΥК. Кроме того, в разных устройствах — на лазерных копирах, на цветопробной системе в препресс-бюро, на типографской печатной машине —

цвета тоже получают различные интерпретации.

- Когда мы проверяем вывод, мы смотрим на отпечатки при разном освещении, в результате чего цвета тоже выглядят неодинаково. Кроме того, разные люди по-разному воспринимают цвет, опираясь на свой собственный визуальный опыт и память.

Таким образом, через всю технологическую цепочку красной нитью проходит один и тот же вопрос: какое устройство «врет», а какое нет? К сожалению, отдельно взятый человек, программа или устройство не может установить истинное тождество цветов. Все они просто различают внешний вид цвета, на который влияет освещение и множество других факторов.

Решение: измерение цвета и контроль за ним

Ключевую роль в тотальном контроле за производственными процессами играет система *замеров*. Мы измеряем длину в дюймах и миллиметрах, вес — в фунтах и граммах и так далее. Эти шкалы позволяют нам устанавливать точные измерительные стандарты, которые в процессе производства можно *применять повторно*. Благодаря наличию этих стандартов можно гарантировать, что все произведенные изделия являются *идентичными* и не выходят за рамки установленных пределов допустимого качества. То же самое можно делать и с цветом, если использовать данные, полученные в результате замеров цвета, — при помощи повторяемых, стандартизованных числовых данных можно контролировать цвет на каждом

этапе производственного процесса и проверять его «близость» к первоначальной спецификации.

Какие же свойства цвета позволяют измерять его и дискретно идентифицировать? Это мы выясним, изучив свойства цвета, — как цвет возникает в природе и в нашей голове; как он воспроизводится на бумаге и на экране; как можно *сообщать и передавать* информацию о цвете: в виде величины коэффициента отражения (*спектральные данные*) и в виде наборов из трех значений (*трехмерные данные*).

Понятие цвета

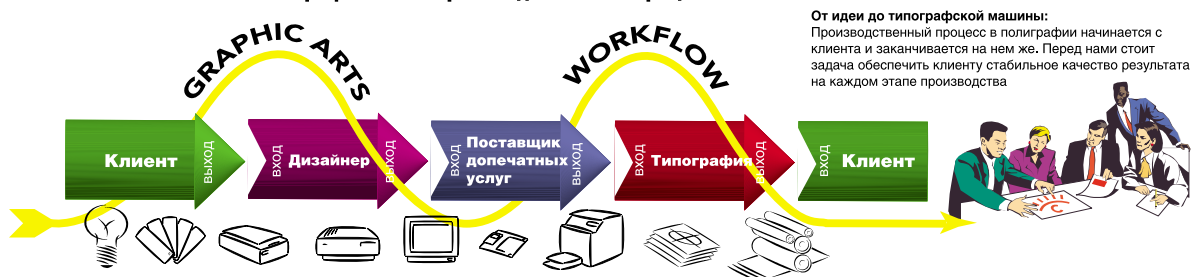
Чтобы ясно понимать, как измеряется цвет, сначала необходимо изучить его фундаментальные физические и психологические свойства.

Цвет является результатом взаимодействия *света, объекта и наблюдателя (или просмотрового прибора)*. При взаимодействии с объектом свет модифицируется таким образом, что *просмотровый прибор* — такой, например, как зрение человека — воспринимает модифицированный свет как определенный цвет. Чтобы цвет (*в нашем понимании этого явления*) существовал, необходимо присутствие всех трех этих элементов. Теперь давайте поподробнее изучим эти первоисточники цвета и начнем со *света*.

Свет: длина волны и видимый спектр

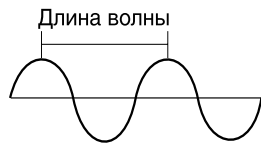
Свет — это видимая часть *электромагнитного спектра*. Свет характеризуется тем, что имеет волновую природу. Каждая волна описывается своей длиной — расстоянием между двумя соседними гребнями. Длина волны измеряется в нано-

Полиграфический производственный процесс



метрах (нм). Нанометр — это одна миллионная часть миллиметра.

Область электромагнитного спектра, видимая человеческим глазом, занимает диапазон примерно от 400 до 700 нанометров. Этот диапазон составляет всего лишь малую часть огромного спектра электромагнитных волн. Хотя остальную его часть мы не видим, помимо видимых волн человек использует и



многие другие невидимые волны: начиная с самых коротких волн — рентгеновских лучей — и кончая длинными волнами, которые улавливаются нашими теле- и радиоприемниками.

Внутри человеческого глаза имеются сенсоры света, чувствительные к электромагнитным волнам, длина которых попадает в видимый спектр. Когда на эти сенсоры попадают световые волны, они посылают сигнал нашему мозгу. Затем этот сигнал интерпретируется мозгом как определенный цвет. Какой именно цвет получится в результате этой интерпретации, зависит от сочетания в свете волн различной длины. Например, если сенсоры регистрируют волны сразу всех длин из видимого спектра, то мозг будет воспринимать этот свет как *белый*. Если не будет зафиксировано никаких волн с длиной волны из видимого спектра, то это значит, что никакого света нет, и мозг будет интерпретировать эту информацию как *черный цвет*.

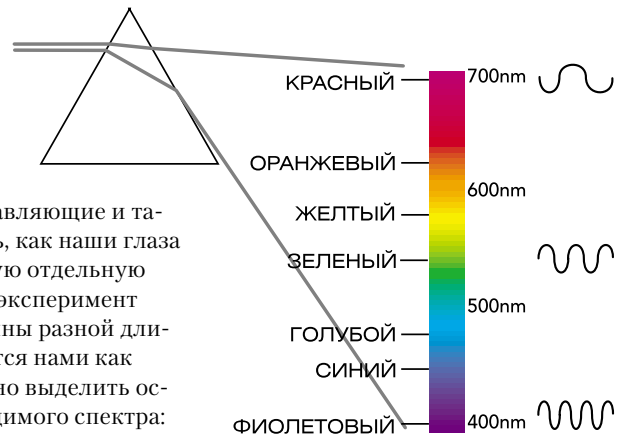
Итак, теперь мы знаем, как наши глаза и мозг реагируют на присутствие волн *всех* длин из видимого спектра и на *полное* отсутствие таких волн. Теперь посмотрим, как

наша зрительная система реагирует на волны *определенных* длин.

Пропустив луч белого света через призму, можно разбить его на составляющие и таким образом понять, как наши глаза реагируют на каждую отдельную длину волны. Этот эксперимент показывает, что волны разной длины интерпретируются нами как разные цвета. Можно выделить основные области видимого спектра: красную, оранжевую, желтую, зеленую, голубую, синюю и фиолетовую (мнемоническая формула «Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан» позволяет запомнить эти цвета по первым буквам). Цвета плавно и непрерывно переходят друг в друга, образуя «радугу».

Когда наша зрительная система регистрирует волны с длиной около 700 нм, мы видим «красный» цвет, а когда длина волны находится в диапазоне 450-500 нм, — «голубой»; длина волны 400 нм соответствует «фиолетовому» и так далее. Такая реакция глаза является основой для образования миллионов различных цветов, которые каждый день регистрирует наша зрительная система.

Однако мы редко видим волны *всех* длин одновременно (чисто белый свет), также как и волны *только одной* длины. Наш пестрый мир гораздо сложнее. Таким образом, цвет — это не просто *часть* света. Цвет — это *и есть* сам свет. Когда мы видим *цвет*, мы видим *свет*, *преобразованный* в новое *сочетание* волн нескольких различных длин. Например, когда мы видим красный объект, мы регистрируем свет, содержащий в основном волны, длина которых находится в «красном» диапазоне. Именно таким обра-



зом — в результате преобразования света — все объекты приобретают свой цвет. Мы видим мир, полный цветных объектов, потому что каждый объект посылает нам в глаза определенное сочетание длин волн. Теперь посмотрим, как на свет влияют сами *объекты*.

Объекты: их влияние на длины волн

Когда световые волны попадают на объект, его поверхность *поглощает* некоторое количество энергии спектра, а оставшаяся часть спектра *отражается* от объекта. Модифицированный таким образом свет, отраженный от объекта, имеет совершенно иной состав длин волн. Разные поверхности, содержащие разное количество различных пигментов, красящих веществ и красителей, генерируют различные уникальные сочетания длин волн.

При попадании на *отражающий* объект (такой, например, как бумага) или при прохождении через *пропускающий* объект (такой как пленка или слайд) свет может изменяться. Сами по себе источники света — испускающие объекты (такие как лампы искусственного освещения или мониторы компьютера) — тоже испускают свои собственные уникальные комбинации длин волн.

Отраженный, проникающий или испускаемый свет и составляет то, что мы называем «цветом объекта». Существует столько различных цветов, сколько поверхностей предметов — каждый объект влияет на цвет





уникальным образом. Сочетание длин волн, исходящих от объекта, — это *спектральные данные*, которые часто еще называют «картой» цвета. Спектральные данные получаются в результате тщательного анализа — или *измерения* — длин всех волн. В ходе этого анализа определяется процентное содержание каждой из длин волн, отраженных обратно к наблюдателю, — *интенсивность их отражения*.

Спектральные характеристики цветов можно исследовать визуально и на основании полученных замеров строить *спектральные кривые*. Данные такого типа могут быть получены только при помощи спектрофотометра, такого, например, как модель 938 Digital Swatchbook фирмы X-Rite, Colortron, DTP41 или системы ATS (Auto-Tracking Spectrophotometer).

Спектральные данные

Спектральные данные можно представить на графике в виде спектральной кривой — визуального

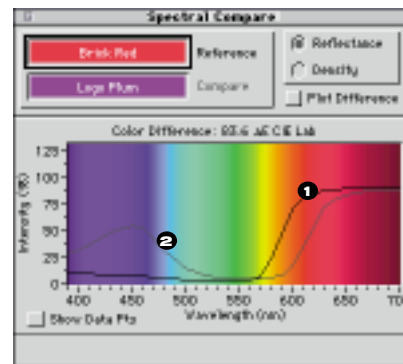
представления карты цвета. Такие кривые строятся по двум абсолютным координатам: длине волны и интенсивности отражения света. На горизонтальной оси откладываются различные длины волн в диапазоне от 400 до 700 нм, а по вертикальной оси — интенсивность их отражения.

С помощью программы Spectral Compare компании ColorShop можно сравнивать форму кривых различных цветов: в каких точках по оси длин волн одна выше или ниже другой.

Чтобы вычислить спектральные данные, спектрофотометр анализирует информацию в определенных точках на оси длин волн (Digital Swatchbook, например, исследует 31 точку с шагом в 10 нм) и в каждой точке определяет степень интенсивности отражения волн данной длины. *Это самое полное и самое надежное описание цвета из всех возможных.* Позднее мы продемонстрируем вам силу и точность


спектральных данных в сравнении с другими цветовыми моделями и методами спецификации цвета.

До сих пор мы исследовали *свет и объекты*: как объекты влияют на свет и, таким образом, генерируют цвета, а также как можно спектрофотометром напрямую *измерить* воздействие различных объектов на свет. Чтобы полностью определить



1. Спектральная кривая цвета Brick Red («Кирпично-красный») в красно-оранжевой области резко поднимается вверх.

2. Кривая цвета Logo Plum («Сливовый») показывает, что этот цвет является смесью глубоких синих и красных тонов.

цвет (*в нашем его понимании*), нам необходимо изучить еще и наблюдателя — человеческий глаз и другие приборы, которые воспринимают и каким-либо образом интерпретируют цвет. 

Проблемы с цветом?

Денситометры
Спектрофотометры
Устройства для калибровки
Управление цветом
Формирование красок

Мы Нашли Решения.

