

Абхай Шарма

# Управление ЦВЕТОМ

**DMK**  
Издательство

Абхай Шарма

# Управление цветом

Работа с цветом от камеры  
к дисплею – и до печати

# Understanding Color Management

Ryerson University  
Toronto, Canada

*Abhay Sharma*

WILEY

# Управление цветом

Работа с цветом от камеры  
к дисплею – и до печати

*Абхай Шарма*



Москва, 2022

УДК 535.6  
ББК 22-662.45  
Ш26

**Абхай Шарма**

**Ш26** Управление цветом. Работа с цветом от камеры к дисплею – и до печати / пер. с англ. И. Л. Люско. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 370 с.: ил.

**ISBN 978-5-93700-128-3**

В книге «Управление цветом» изложены основы технологии точной цвето-передачи печатного процесса – от оригинала в виде цифрового файла до распечатанного материала. Объясняются принципы работы в таких программных приложениях, как Adobe Photoshop, описываются производство цветопроб и настройка процесса печати. Отдельные главы посвящены iPad, планшетам и смартфонам, проекционным системам для домашних кинотеатров, а также широкоформатной струйной печати для вывесок и баннеров, флексографии, ксерографии и рабочим процессам печати плашечными красками.

В числе основных тем:

- управление цветом в цифровых камерах – Camera Raw и DNG;
- объяснение режимов измерения M0, M1, M2;
- тестирование недорогих приборов для измерения цвета с помощью iPhone;
- описание стандартных условий печати – SNAP, GRACoL, SWOP, Fogra, CRPC;
- цветовой справочник Pantone Extended Gamut;
- введение в язык XML для приложений управления цветом.

«Управление цветом» – ценное пособие как для цифровых фотографов, любителей, и профессионалов, так и графических дизайнеров, веб-дизайнеров, операторов и контролеров производства, допечатной подготовки и печати. Книга может использоваться в качестве пособия в учебных заведениях, где преподаются наука о цвете, графический дизайн, искусство цифровой фотографии и печатное дело.

УДК 535.6  
ББК 22-662.45

All rights reserved. This Translation publish under license with the original publisher John Wiley & Sons, Inc.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN (анг.) 978-1-11922-373-3  
ISBN (рус.) 978-5-93700-128-3

© 2018 JohnWiley & Sons Ltd  
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс, 2022

*Посвящается моей дочери Саше,  
которая является цветом моей жизни*

# Оглавление

<b>Предисловие ко второму изданию .....</b>	<b>14</b>
<b>Предисловие к первому изданию .....</b>	<b>16</b>
<b>Введение .....</b>	<b>18</b>
Время управления цветом настало! .....	19
Проблемы управления цветом .....	20
Как я пришел к написанию этой книги .....	22
Предполагаемая аудитория .....	23
Организация руководства по управлению цветом .....	24
Терминология и сокращения .....	26
<b>Благодарности .....</b>	<b>27</b>
<b>1. Введение .....</b>	<b>29</b>
Задачи .....	29
1.1. Зачем нам нужно управление цветом? .....	29
1.2. Контроль цвета в замкнутом производственном цикле .....	31
1.3. Необходимость открытой системы .....	33
1.4. Система управления цветом .....	34
1.5. Рабочие процессы управления цветом .....	38
1.6. ICC – Международный консорциум по цвету .....	40
1.7. Спецификация цветов RGB и CMYK .....	44
1.8. Цветовые системы CIE Yxy и CIE L*a*b* .....	47
1.9. Преобразования цвета .....	48
1.10. Три кита управления цветом .....	50
1.11. Типы профилей .....	51
1.11.1. Пользовательские профили .....	52
1.11.2. Универсальные профили .....	53
1.11.3. Стандартные профили .....	54
1.12. Цветовые гаммы .....	57
1.13. Цели визуализации .....	59
1.14. Точность цвета .....	61
1.15. Рабочий процесс с поздней привязкой цвета .....	62
1.16. Плашечные цвета и запатентованные системы цвета .....	63

1.17. Преимущества управления цветом.....	64
1.18. Обзор главы .....	68
<b>2. Законы света и цвета .....</b>	<b>71</b>
Задачи.....	71
2.1. Введение .....	71
2.2. Источник света – объект – человек-наблюдатель.....	72
2.3. Электромагнитное излучение.....	73
2.3.1. Видимый спектр.....	73
2.4. Источники света.....	74
2.4.1. Спектральное распределение мощности источника света.....	74
2.4.2. Цветовая температура .....	77
2.4.3. Источники CIE и стандартные источники света.....	78
2.4.4. Просмотровые стенды .....	80
2.4.5. «Теплые» и «холодные» цвета .....	81
2.5. Измерение спектра объекта .....	82
2.5.1. Цвет реального образца.....	83
2.6. Количественная оценка цветового зрения человека .....	85
2.6.1. CIE стандартного наблюдателя .....	86
2.6.2. Трихроматическое зрение.....	87
2.7. Меняем источник света .....	89
2.7.1. Хроматическая адаптация.....	89
2.7.2. Желтые уличные светильники с парами натрия .....	91
2.7.3. Метамерия – подбираем цвет пиджака и брюк .....	93
2.7.4. Индикатор освещения PANTONE® D50 .....	95
2.8. Зрение и измерения.....	95
2.8.1. Видим невидимое – инфракрасное излучение.....	96
2.8.2. Ультрафиолетовая люминесценция .....	97
2.8.3. Цветовые иллюзии.....	98
2.8.4. Моделирование восприятия цвета .....	99
2.9. Обзор главы .....	100
<b>3. Цвет в числах.....</b>	<b>102</b>
Задачи.....	102
3.1. Введение .....	102
3.2. Основные показатели цвета: оттенок, насыщенность и светлота .....	103
3.3. Колориметрическая система Манселла.....	105
3.4. Цветовая спецификация CIE .....	106
3.5. Значения тристимулов XYZ.....	107
3.5.1. Вычисление XYZ.....	107
3.5.2. Цвета XYZ образцов .....	109
3.5.3. XYZ источников света.....	109



3.6. Система CIE 1931 $Yxy$ .....	111
3.6.1. Преимущества диаграммы цветности $Yxy$ .....	112
3.6.2. Недостатки диаграммы цветности $Yxy$ .....	113
3.7. Система CIE 1976 $L^*a^*b^*$ .....	116
3.7.1. Практические примеры $L^*a^*b^*$ .....	118
3.7.2. $L^*a^*b^*$ и спектральные данные .....	120
3.8. CIE 1976 $L^*C^*h$ .....	121
3.9. Количественная оценка цветового различия .....	123
3.9.1. Вычисление $\Delta E$ .....	124
3.9.2. Усовершенствованные уравнения для $\Delta E$ .....	126
3.9.3. Какую $\Delta E$ следует использовать? .....	130
3.9.4. $\Delta E$ и изображения .....	131
3.10. Обзор главы .....	132
<b>4. Измерительные приборы .....</b>	<b>134</b>
Задачи .....	134
4.1. Введение .....	134
4.2. Типы приборов .....	135
4.3. Полосы фильтров приборов .....	136
4.4. Денситометры .....	137
4.4.1. Уравнение плотности .....	138
4.4.2. Денситометрия состояния .....	139
4.4.3. Плотность и контроль процесса .....	140
4.5. Колориметры .....	141
4.5.1. Колориметрия на основе фильтров .....	142
4.5.2. Усовершенствования в колориметрах для дисплеев .....	143
4.6. Спектрофотометры .....	144
4.6.1. Особенности и функции спектрофотометров .....	146
4.6.2. Широко используемый спектрофотометр X-Rite iPro .....	149
4.6.3. Оптические осветлители ОВА и ультрафиолетовая люминесценция .....	150
4.6.4. Режимы измерения M0, M1, M2, M3 .....	152
4.7. Смартфоны и другие недорогие системы .....	155
4.8. Межприборное и межмодельное соответствие .....	157
4.9. Воспроизводимость показаний прибора и их точность .....	158
4.10. Калибровка приборов .....	159
4.11. Обзор главы .....	162
<b>5. Внутри профилей .....</b>	<b>163</b>
Задачи .....	163
5.1. Введение .....	163
5.2. Спецификация профиля ICC .....	164

5.3. Шестнадцатеричное кодирование профиля .....	165
5.4. Структура профиля ICC .....	166
5.5. Заголовок профиля .....	166
5.5.1. Модуль управления цветом.....	167
5.5.2. Версия спецификации .....	168
5.5.3. Поле Class заголовка профиля .....	168
5.5.4. Data Color Space и PCS.....	170
5.5.5. Flags.....	172
5.5.6. Цель визуализации .....	173
5.5.7. Источник света PCS .....	173
5.5.8. Поле Profile Creator .....	173
5.6. Таблица тегов .....	174
5.6.1. Тег описания профиля .....	174
5.6.2. Тег первичных цветов XYZ.....	175
5.6.3. Тег кривой воспроизведения тона.....	176
5.6.4. Тег белой точки носителя .....	177
5.6.5. Тег хроматической адаптации .....	177
5.6.6. Теги LUT .....	178
5.6.7. Тег цели .....	182
5.6.8. Тег гаммы цвета .....	183
5.6.9. Дополнительные теги .....	184
5.6.10. Частные теги.....	184
5.7. Профили версии 2 и версии 4.....	185
5.8. Профили версии 5 и iccMAX.....	186
5.9. Как работает LUT? .....	187
5.10. Обзор главы .....	189
<b>6. Управление цветом в цифровых камерах.....</b>	<b>191</b>
Задачи.....	191
6.1. Введение .....	191
6.2. Профилирование сканера .....	192
6.2.1. Создание профиля сканера .....	192
6.3. От сканеров к цифровым камерам .....	194
6.4. Управление цветом цифровой камеры .....	197
6.4.1. Матрица цветных фильтров Байера .....	197
6.4.2. Обработка JPEG-изображения в камере.....	198
6.4.3. Обработка RAW в камере .....	199
6.4.4. Управление цветом RAW камеры .....	200
6.4.5. Создание профиля Camera RAW.....	203
6.4.6. Цифровой негатив – DNG.....	203
6.5. Форматы файлов для цифровых камер.....	205
6.5.1. Формат файлов с потерями – JPEG .....	205

6.5.2. Формат файлов без потерь TIFF .....	207
6.6. Управление цветом в студии.....	207
6.7. Обзор главы .....	208
<b>7. Профили мониторов .....</b>	<b>211</b>
Задачи.....	211
7.1. Введение .....	211
7.2. «Три кита» профилирования мониторов .....	213
7.3. Решения для профилей мониторов .....	214
7.3.1. Бесплатные утилиты .....	214
7.3.2. Коммерческое программное обеспечение для профилирования .....	215
7.3.3. Интегрированные решения экранной цветопробы .....	215
7.3.4. Мониторы с аппаратной калибровкой .....	216
7.4. Основы работы с монитором .....	217
7.4.1. Внешняя яркость и контрастность.....	218
7.4.2. Первичные цвета RGB .....	219
7.4.3. Точка белого.....	221
7.4.4. Гамма монитора .....	221
7.4.5. Уровни яркости.....	222
7.4.6. Эффект выцветшего желтого.....	223
7.5. Создание профиля монитора .....	225
7.6. Поверка профиля монитора .....	226
7.7. Профили мониторов и ОС Windows .....	227
7.8. Профили мониторов и веб-браузеры .....	228
7.9. Профили мониторов и мобильные устройства.....	230
7.10. Экранная цветопроба в Adobe Acrobat.....	231
7.11. Стандарты смотровых стендов.....	232
7.12. Обзор главы .....	233
<b>8. Профилирование цифровой печатной машины и принтера.....</b>	<b>235</b>
Задачи.....	235
8.1. Введение .....	235
8.2. «Три кита» в работе с принтером .....	236
8.3. Калибровка в струйных системах .....	237
8.3.1. Ограничение подачи чернил .....	237
8.3.2. Эффект сцепления чернил .....	238
8.3.3. Разделение чернил .....	239
8.4. Калибровка цифровых печатных машин .....	241
8.5. Калибровка в офсетной печати.....	242
8.5.1. Калибровка G7.....	243

8.5.2. Общий нейтральный вид в сравнении с полным цветовым соответствием.....	245
8.6. Тестовые карты принтера .....	246
8.6.1. Часто используемые тестовые карты принтера .....	247
8.6.2. Визуальная и рандомная раскладка .....	249
8.7. Печать и измерение тестовой карты.....	250
8.7.1. RGB, CMYK или полутоновый принтер? .....	250
8.7.2. Печать в режиме «Без управления цветом» .....	253
8.7.3. Выкладка тестовой карты для различных измерительных приборов.....	254
8.7.4. Белая основа .....	256
8.7.5. Проверка файла данных измерений.....	256
8.7.6. Усреднение результатов измерений .....	257
8.8. Создание профиля принтера .....	258
8.8.1. Генерация черного канала.....	258
8.8.2. Качество профиля .....	261
8.9. Проверка профиля принтера .....	262
8.9.1. Количественная проверка .....	262
8.9.2. Качественная проверка .....	264
8.10. Эталонные условия печати.....	266
8.10.1. Разработка эталонных условий печати .....	266
8.10.2. Американские и европейские эталонные условия печати .....	268
8.10.3. Использование эталонных условий печати в допечатной подготовке и печати .....	270
8.10.4. «Печать по числам».....	272
8.11. Цели визуализации .....	273
8.11.1. Перцептивная цель визуализации.....	275
8.11.2. Относительная колориметрическая цель визуализации .....	276
8.11.3. Абсолютная колориметрическая цель визуализации .....	277
8.11.4. Цель высокой насыщенности .....	278
8.12. Рабочий процесс в сети связанных между собой устройств .....	279
8.12.1. Связь устройств в ICC .....	279
8.12.2. Патентованное решение связи устройств.....	280
8.13. Контроль процесса печати.....	281
8.14. Обзор главы .....	284

## **9. Плашечные цвета и печать с расширенной цветовой гаммой ..... 286**

Задачи.....	286
9.1. Введение .....	286
9.2. Плашечные цвета – PANTONE MATCHING SYSTEM® .....	290
9.2.1. Справочники PANTONE .....	291

9.2.2. Цифровые библиотеки цветов Pantone .....	293
9.2.3. Рецептуры смесей красок PANTONE.....	295
9.2.4. Преимущества и недостатки системы PMS.....	296
9.3. Печать плашечных цветов.....	298
9.3.1. Печать цветной плашечной краской .....	298
9.3.2. Имитация плашечного цвета в СМΥК .....	300
9.4. Плашечные цвета и цифровые печатные машины .....	302
9.4.1. Создание набора образцов на цифровой печатной машине .....	302
9.4.2. Согласование плашечных цветов в цифровых печатных машинах.....	303
9.4.3. Редактор плашечных цветов для цифровой печатной машины .....	305
9.5. Печать с расширенной цветовой гаммой.....	306
9.6. Программные решения для плашечных цветов и печати с расширенной цветовой гаммой.....	309
9.6.1. Предупреждение о гамме в Adobe Photoshop .....	309
9.6.2. Использование PANTONE Color Manager.....	310
9.6.3. Преобразование цвета с помощью Esko Equinox.....	311
9.6.4. Расчет гаммы в Esko Color Engine Pilot.....	312
9.7. Обзор главы .....	313
<b>10. XML и управление цветом .....</b>	<b>316</b>
Задачи.....	316
10.1. Введение .....	316
10.2. Языки разметки .....	317
10.3. Принципы разработки XML .....	318
10.4. Основы XML.....	319
10.4.1. Заголовок .....	319
10.4.2. Элементы .....	320
10.4.3. Атрибуты.....	321
10.4.4. XML Schema .....	321
10.4.5. Пользовательские документы schema .....	322
10.4.6. Валидация и соответствие.....	323
10.5. Работа с XML.....	324
10.5.1. iccMAX.....	325
10.5.2. Windows Color System (WCS).....	325
10.5.3. Формат обмена цветами CxF.....	327
10.5.4. X-Rite i1Profiler .....	329
10.5.5. JDF .....	330
10.6. «Не лучшие» практики XML .....	331
10.7. Обзор главы .....	332

<b>11. Управление цветом в Photoshop .....</b>	<b>334</b>
Задачи.....	334
11.1. Введение .....	334
11.2. Photoshop – годы пути .....	335
11.3. Правила управления цветом в Photoshop .....	337
11.3.1. Правило 1: изображение + профиль .....	338
11.3.2. Правило 2: профиль – пространство соединений – профиль.....	338
11.3.3. Правило 3: реальные преобразования и их симуляции.....	339
11.4. Рабочее пространство Photoshop.....	339
11.5 Меню в Photoshop .....	340
11.5.1. Открываем изображение.....	340
11.5.2. Статус изображения.....	342
11.5.3. Настройки цвета .....	344
11.5.4. Присвоение профиля .....	346
11.5.5. Преобразование в профиль.....	347
11.5.6. Настройка экранной цветопробы.....	350
11.6. Photoshop и печать.....	352
11.6.1. Настройки печати в Photoshop .....	352
11.6.2. Печатная цветопроба.....	353
11.7. Собираем все вместе .....	354
11.8. Обзор главы .....	356
<b>А. Приложение.....</b>	<b>359</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>367</b>

# Предисловие ко второму изданию

Первое издание книги «Технология управления цветом» стало доступным и практичным введением в тему. С момента выхода первого издания в области цветовоспроизведения многое изменилось. Развилось много новых направлений – появились новые промышленные технологии, изменились запросы потребителей, научно-технический подход к программной среде, а также архитектура управления цветом и формат ICC профилей. Теперь пользователи имеют более детальное представление о процессе управления цветом. Международные стандарты, разработанные Техническим комитетом по технологии цветной печати ISO TC 130 Graphic Technology, помогли установить и поддерживать надлежащую практику в отрасли. Процедуры рабочего процесса, основанные в основном на использовании формата файлов PDF/X, стали более сложными и более надежными в плане удовлетворения ожиданий пользователей. Значительно изменились программные приложения, используемые в управлении цветом, как уже ставшие всеобщепотребительными, так и специализированные приложения и инструменты. Исследования, опубликованные на основных научных и технических конференциях и в журналах, продолжают развивать наши знания о целях и требованиях управления цветом. Можно сказать, что управление цветом превратилось из нишевой области в стабильную и предсказуемую часть ландшафта технологии печати. Однако по мере решения старых проблем появляются новые, и мы еще очень далеки от того, чтобы сделать цвет полностью «бесшовным» между устройствами и документами, как того добивается ICC.

Новое издание идет в ногу с этими изменениями, и те, кто знаком с первым изданием, найдут в настоящем издании много нового. Материалы по хроматике были обновлены, а раздел по измерительным приборам и колориметрии значительно расширен и включает материал по таким темам, как воспроизводимость и калибровка, а также описание режимов измерения, стандартизированных в ISO 13655. Формат профиля ICC разобран подробно, с описанием каждого из основных элементов и тегов. Обсуждаются преимущества работы с форматом v4, впервые представленным в 2001 году, и описывается новейшая технология ICC – iccMAX.

Возможно, ядром книги с тем содержанием, которое будет представлять наибольший интерес для читателей, является подробное описание практического управления цветом для каждого из основных типов цветных устройств – фотокамер, дисплеев и принтеров. Ключевые темы, которые обсуждались в отрасли в течение последнего десятилетия, рассматриваются и подробно освещаются, а читателю дается объяснение, как заставить управление цветом работать и добиться хорошего качества воспроизведения цвета.

Сильной стороной данного издания является уникальное сочетание доступного, но в то же время подробного описания контекста управления цветом

в полиграфии и практических рекомендаций по его внедрению. Как бывший председатель рабочей группы в ИСС и нынешний представитель университета Райерсона в ИСС, доктор Шарма находится в позиции, позволяющей ему хорошо оценить все сложности управления цветом и его использования сегодня. Он проделал отличную работу, чтобы донести до читателя самое необходимое.

*Д-р Фил Грин,  
Норвежский университет науки и технологии, Гьовик, Норвегия,  
Технический секретарь ИСС,  
2017*



# Предисловие к первому изданию

Управление цветом позволяет пользователям контролировать и регулировать цвет при воспроизведении изображений на различных устройствах и носителях. Таким образом, его важность возрастает во многих отраслях промышленности. Взрывной рост объема цветовоспроизведения и, что более важно, количества людей, занимающихся воспроизведением цветных изображений на различных носителях, является одной, но не единственной причиной его важности.

Растущий спрос на упрощение процессов цветовоспроизведения, безусловно, сделает эти процессы более доступными, с минимальной подготовкой, для тех, кто в них нуждается. Это также повысит производительность и автоматизацию в отраслях, связанных с цветовоспроизведением, таких как полиграфия и издательское дело. Традиционные методы цветовоспроизведения, которые требовали определенной степени мастерства для достижения высокого качества, не потеряли значение полностью – и, вероятно, никогда полностью его не потеряют. Однако относительно неквалифицированные пользователи могут значительно улучшить качество воспроизведения в своих проектах, применяя управление цветом. Аналогичным образом производительность и качество работы опытных пользователей могут быть значительно повышены.

К сожалению, управление цветом не является тривиальной темой для понимания. Управление цветом обычно основано на профилях, соответствующих международной принятой спецификации профилей ICC<sup>1</sup>. Поэтому оно опирается на достаточно продвинутые положения науки о цвете и обработки изображений. Более того, оно зависит от понимания способов управления различными устройствами, участвующими в воспроизведении цвета. Это затрудняет поиск необходимой информации для неквалифицированного специалиста, желающего понять, как работает управление цветом (и что делать, если что-то пошло не так). Можно найти различные статьи на эту тему (например, на сайте ICC), но такие статьи либо поверхностно освещают тему, либо освещают только отдельные ее вопросы.

Для тех, кто не имеет навыков в области цветоведения и обработки изображений, требуется больше информации, если они хотят понять предмет настолько, чтобы решить, что необходимо для улучшения качества и согласованности цветовоспроизведения.

В этой книге довольно сложный предмет изложен в форме, понятной для тех, кто ищет основательного введения в предмет. Она должна понравиться студентам и тем, кто занимается цветовоспроизведением случайно или профес-

---

<sup>1</sup> Профиль ICC представляет собой набор данных, характеризующих цветовоспроизведение устройства ввода или вывода, или цветовое пространство, в соответствии со стандартами, принятыми Международным цветовым консорциумом (ICC). – *Прим. ред.*

сионально. Введение в «науку» цветовоспроизведения не является чрезмерно сложным, а обсуждение ее практики носит практический характер. В книгу включены полезные советы по решению проблем. Таким образом, книга будет полезна всем начинающим пользователям и тем, кто хочет расширить свои знания путем углубленного изучения науки о цвете и визуализации. Проработав более тридцати лет в этой профессии, я считаю цветовоспроизведение увлекательным и рекомендую его как приятное занятие. Данная книга станет отличным первым шагом на этом пути.

*Тони Джонсон,  
Лондонский колледж печати, Лондон, Англия,  
Технический секретарь ИСС,  
2004*

# Введение

В последнее время наблюдается огромный рост использования цвета, а также количества и диапазона устройств, применяемых для его воспроизведения. В настоящее время широко используются цифровые камеры, LCD или LED-дисплеи, струйные принтеры и программное обеспечение для редактирования изображений, типа Photoshop. Смартфоны способны делать снимки с высоким разрешением. В коммерческой печати произошел ряд изменений; теперь вместо традиционного пробного оттиска на Kodak Approval цветопробу можно напечатать и на простом струйном принтере или даже просматривать ее на мониторе, без печатания копии.

Экспоненциальный рост доступных и качественных устройств цветной печати означает, что цветная печать теперь доступна среднему пользователю, – можно сказать, что цвет «вышел в люди». Теперь каждый из нас может взять на себя ответственность за управление цветом, что создает необходимость в создании некоей удобной, общедоступной среды управления цветом. Единый подход, поддерживаемый всеми производителями, обеспечивает Международный цветовой консорциум (ICC). Организация ICC является руководящим органом управления цветом. Эта книга посвящена теме «Управление цветом ICC».

Управление цветом – это способ контролировать цвет в цифровой обработке изображений с помощью программного обеспечения, аппаратных средств и стандартных процедур. Несмотря на то что управление цветом существует уже ряд лет, для многих пользователей эта тема остается непонятной. Она окружена атмосферой таинственности; многие из нас не знают, какие настройки цвета необходимо использовать в данной ситуации и что означают все эти непонятные термины. Мы тратим много времени и материалов, пытаемся добиться правильной цветопередачи. Цвет зачастую становится одной из самых неприятных и раздражающих сторон цифровой обработки изображений.

Цель книги «Управление цветом» – представить простое, но всеобъемлющее введение в тему, чтобы способствовать пониманию и правильному использованию этой технологии. Эта книга представляет собой хорошо иллюстрированный, исчерпывающий источник информации для всех, кто хочет создать и использовать профили для цифровых камер и мониторов, а также понять управление цветом для получения цветопробы и в печати. Текст содержит достаточно технических и теоретических объяснений, чтобы вы могли понять природу цвета и создать успешные рабочие процессы для его прецизионного контроля.

Владение технологией управления цветом дает ряд преимуществ, позволяющих экономить время и средства. Данное пособие рассказывает о принципах и практических сторонах этой незаменимой технологии. Как только вы поймете, как работает управление цветом, вы придете в восторг – и больше не вернетесь к старому способу работы!

## ВРЕМЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦВЕТОМ НАСТАЛО!

История управления цветом была неоднозначной, как показано на рис. 1. На выставках в начале 2000-х годов каждый производитель демонстрировал свое решение для управления цветом; в то время технология не была готова к началу продаж и было много «завышенных ожиданий».



**Рис. 1.** Эволюцию управления цветом можно проследить с помощью цикла Gartner Hype Cycle для технологических инноваций

В соответствии с циклом Gartner Hype Cycle (рис. 1) ранние истории о пробных концепциях и интерес СМИ вызвали значительную огласку темы. Часто не существовало никаких пригодных для использования продуктов, а коммерческая жизнеспособность других была не очевидна. В самом начале было не ясно, как следует использовать управление цветом. Проблемы и их решения не были четко определены. Технология находилась в зачаточном состоянии, и производители программного обеспечения, оборудования и пользователи экспериментировали с различными подходами и конфигурациями. Интерфейсы многих первых продуктов были сложными и неинтуитивными. Из-за этого ранний процесс освоения этой новой технологии был трудным, а результаты часто были неудовлетворительными и непредсказуемыми.

После периода завышенных ожиданий наступила «*впадина разочарования*». Это было очень мрачное время для отрасли управления цветом. Продукты и процессы управления цветом получили дурную славу, и возникло общее ощущение, что управление цветом не работает и слишком сложно для общего использования.

В период, который называют «*подъемом просвещения*», пользователи поняли, что для того, чтобы управление цветом работало, необходимо установить некоторые стандартные процедуры, а также измерительное оборудование и программное обеспечение для контроля, производить измерения и мониторинг. Еще необходимо обучать и тренировать персонал. Постепенно управление цветом вновь обрело свой статус.

Сегодня, после испытания реальной практикой, управление цветом достигло стабильного «*плато продуктивности*». В настоящее время существуют реалистичные ожидания в отношении управления цветом; есть четкое понимание того, что управление цветом может и чего не может сделать. Управление

цветом не может само достичь совершенства, но оно может быстро и последовательно приблизить нас к нему. Обратите внимание, что уровень *плато продуктивности* (который представляет собой текущее состояние отрасли) намного ниже, чем первоначальный пик завышенных ожиданий. Мы наблюдаем, что уровень текущего плато ниже, но он является реалистичным и достижимым.

Это плато представляет текущее поколение продуктов для управления цветом, которые действительно являются готовыми решениями для рынка. Разработки и усовершенствования продолжаются, но мы достигли стадии, когда управление цветом представляет собой стабильное, надежное решение. Системы управления цветом и программное обеспечение развиваются, осваивая новые области, такие как спектральная обработка цвета или печать с расширенным цветовым диапазоном, однако основные принципы остаются неизменными. Можно сказать, что последние изменения в управлении цветом были *эволюционными*, а не *революционными*, поскольку мы движемся по плато.

Произошло большое улучшение качества и удобства пользования программным обеспечением, появились более дешевые и качественные инструменты, достигнута лучшая совместимость между программным и аппаратным обеспечением и лучшая интеграция во всей индустрии допечатной подготовки и обработки изображений. Технология стала более зрелой, пользователи лучше информированы, программное обеспечение доступно по цене, а результаты намного, намного лучше. Никогда еще не было лучшего времени, чтобы заняться управлением цветом, и, как результат, сегодня мы наблюдаем устойчивый рост внедрения решений по управлению цветом рекламными агентствами, допечатными цехами, фотографами, редакторами, типографиями и печатниками.

Сложные системы, переменчивые результаты и завышенные ожидания сильно мешали раннему внедрению управления цветом, однако сейчас технология готова; готовы ли вы?

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦВЕТОМ

Несмотря на прогресс, достигнутый в технологии управления цветом, остаются некоторые проблемы, с которыми сталкивается современный пользователь.

Причина, по которой над управлением цветом приходится работать больше, чем над другими современными технологиями, заключается в том, что оно не является основным видом деятельности многих компаний-производителей и, следовательно, не входит в список их приоритетов. Различные компании занимаются цифровыми камерами, принтерами и устройствами для цветопроб, имеют крупные информационные системы управления и системы документооборота, а также большие печатные машины. Часто их производители не выделяют ресурсы на разработку и внедрение систем управления цветом, поскольку эта область часто рассматривается как побочная, вспомогательная часть работы. Аналогично, со стороны потребителя, даже после совершения крупной покупки оборудования, они не будут вкладывать дополнительные средства в управление цветом. Поэтому, несмотря на очевидный возврат инвестиций, и производители, и потребители склонны игнорировать управление цветом.

В отрасли произошла перетряска, некоторые компании закрылись, другие были приобретены более крупными организациями, а некоторые перешли в иные области деятельности. Это означает, что многие из существующих решений по управлению цветом унаследовали смешанный код. Небезызвестное любимое блюдо американцев на День благодарения называется «турдакен» – это курица, засунутая в утку, засунутую в индейку. Все основные решения по управлению цветом, представленные сегодня на рынке, являются «турдакен-решениями», что иногда делает плохую услугу пользователю.

Из-за произошедших слияний в отрасли производители часто предлагают управление цветом в виде набора различных продуктов. Вместо того чтобы предлагать единый продукт, компании предлагают несколько отдельных продуктов под зонтиком единой торговой марки. Как правило, результаты работы одной системы являются входными данными для другой. Отсутствие единого, специально разработанного решения приводит к путанице у конечного пользователя и даже у представителей компании, которые консультируют и продают эти комплексные решения.

Плохой дизайн и неинтуитивный пользовательский интерфейс программного обеспечения продолжают оставаться проблемой. Например, спецификация ICC описывает процесс преобразования цвета, известный как цель визуализации (rendering intent). Официальное название одной из целей визуализации – «relative colorimetric» (относительная колориметрия), но один из ведущих производителей предлагает выпадающее меню для этой цели визуализации под названием «Full (Output GCR)». Как пользователь должен угадать relative colorimetric в Full (Output GCR)? В другом примере ведущая компания по созданию цветных изображений имеет диалоговое окно с надписью «CIE Illuminant D50K». Важное различие, объясненное в этом тексте, заключается в том, что Illuminant D50 и 5000K – это две отдельные спецификации, не существует такого понятия, как «Illuminant D50K»!

Эти примеры показывают, что программное обеспечение для управления цветом обычно очень неудобно в работе. Хороший дизайн программного обеспечения и элегантный пользовательский интерфейс, к сожалению, не являются свойством современных программных приложений этой области. Сегодня пользователь обязан знать, чего он хочет достичь и как он хочет этого достичь, должен стремиться к достижению своих целей, продираясь сквозь интерфейсы программ управления цветом.

Извечная проблема управления цветом заключается в том, что эта технология пытается удовлетворить две очень разные аудитории – потребителя, который хочет автоматического управления цветом, и коммерческого пользователя, который хочет настраивать, регулировать и контролировать каждый этап процесса обработки изображений. Используя автомобильную аналогию, обычный потребитель хотел бы иметь автомобиль с автоматической коробкой передач с двумя педалями, акселератором и тормозом. Однако профессионалы предпочитают автомобиль с механической коробкой передач, с возможностью разогнаться на низших передачах, контролировать обороты двигателя и использовать двигатель для торможения.

В автосалоне вы можете выбирать между автомобилями с автоматической или ручной коробкой передач, в управлении цветом существует только одно

решение – «один размер на всех». Это означает, что управление цветом часто оказывается слишком сложным для обычного пользователя и слишком «тупым» для профессионалов. Задача заключается в том, чтобы оба лагеря были довольны, хотя иногда кажется, что решения падают между двумя стульями и обе стороны остаются недовольны.

Основная проблема в управлении цветом заключается в том, что наука о цвете, лежащая в основе этого процесса, несовершенна. Цвет воспринимается зрительной системой «глаз–мозг», и наша реакция на цвет зависит от ряда факторов, включая такие разные вещи, как освещение в помещении, то, какие предметы находятся в поле зрения, а также настроение или возраст наблюдателя. Таким образом, цвет – это очень сложный феномен, и существует множество нюансов в том, как человек воспринимает цвет.

Для управления цветом мы используем ряд систем измерения цвета, но ни одна из них не способна обеспечить точную корреляцию с человеческим зрением. Поскольку системы управления цветом построены на этих неточных основах, иногда что-то не срабатывает, и мы не получаем ожидаемых цветов. Наука о цвете не стоит на месте, в ней постоянно происходят усовершенствования, и в тексте описан ряд новых подходов к измерению цвета. В целом, однако, большинство проблем с управлением цветом вызвано ошибками пользователей и неправильными настройками или неверно организованными процессами, а последствия несовершенств, лежащих в основе науки о цвете, играют роль только в отдельных случаях.

## КАК Я ПРИШЕЛ К НАПИСАНИЮ ЭТОЙ КНИГИ

В течение нескольких лет я работал старшим инженером в исследовательской группе Colour & Imaging Technology в компании FujiFilm Electronic Imaging, Великобритания (которая раньше называлась Crosfield Electronics). Там я занимался разработкой алгоритмов и программного обеспечения для управления цветом ICC. Семя для этой книги было посеяно в дни моей работы в FujiFilm, и в ее основу легли не только задания, которые меня просили выполнить, но и то, что меня часто таскали из исследовательских лабораторий в учебный отдел, чтобы сделать презентации для наших инженеров, дистрибьюторов и клиентов, о философии и преимуществах управления цветом. Многие идеи и аналогии разработанные на тех ранних учебных занятиях, развились и нашли свое отражение в этом тексте.

Я выступал с лекциями о различных сторонах управления цветом по всему миру на многочисленных выставках, конференциях, симпозиумах и краткосрочных курсах. Во время этих выступлений меня неоднократно просили порекомендовать хорошую книгу по данной теме. Я никогда не мог дать удовлетворительный ответ, потому что выбор был только между толстыми томами технической литературы или литературой, имеющей своей целью рекламу производителей.

Я преподавал курсы по управлению цветом в Западном Мичиганском университете, включая IMAG 157 Imaging Systems и IMAG 357 Digital Color Imaging. Сейчас я преподаю курс GCM 360 «Управление цветом для графических коммуникаций» в Университете Райерсона. Не существует книг или пособий, в ко-



торых были бы собраны все необходимые объяснения, изображения и прочая информация для обучения управлением цвета. Я постоянно ссылался то на страницы одной книги для объяснения какой-нибудь темы, то направлял студентов на веб-сайт для получения информации о другой, то использовал буклеты производителей для третьей. Информации очень много, но она разбросана по интернету, в технических документах и в отдельных главах книг. Не было ни одного текста, который отвечал бы моим потребностям как преподавателя и содержал материал, доступный для широкого пользователя.

Я понял, что обладаю уникальным сочетанием навыков: у меня есть производственный опыт, полученный за годы работы в FujiFilm, и я педагог, способный объяснять сложные понятия с помощью простых аналогий. Я понял, что нахожусь в уникальном положении, чтобы объяснить управление цветом. Стало ясно, что единственным верным решением было написать книгу самому. Thomson Delmar опубликовал первую версию этой книги в 2004 году, а John Wiley & Sons, совместно с IS&T, опубликовал это обновленное и полностью переработанное второе издание в 2018 году.

## Предполагаемая аудитория

Поскольку управление цветом – это новая технология, у нас нет специалистов, которые учились бы этому в школе. Пока у нас не появится новое поколение выпускников колледжей и университетов, разбирающихся в цвете, у нас будет много специалистов, для которых управление цветом – это что-то новое, то, что появилось в течение их карьеры. Таким образом, мы имеем огромный спрос на переподготовку специалистов на рабочем месте.

Книга будет полезна таким специалистам, как цифровые фотографы, дизайнеры, художники компьютерной графики, менеджеры по производству, закупщики печатной продукции, операторы допечатной подготовки, печатники, сотрудники отдела исследований и разработок, консультанты по управлению цветом, преподаватели и многие другие, чья работа связана с цифровым цветом. Эта книга также представляет интерес для людей, работающих в компаниях, производящих полиграфические красители и бумагу.

Важно, чтобы колледжи и университеты ввели курсы по управлению цветом, чтобы следующее поколение выпускников чувствовало себя уверенно в этой новой технологии. Эта книга предназначена для использования в программах бакалавриата, магистратуры и для научных исследований в области цифровой цветопередачи, фотографии, цветоведения, компьютерной графики, графического дизайна, коммуникаций, мультимедиа, допечатной подготовки и полиграфии.

Необходимо потратить некоторое время на создание системы управления цветом. Как внедрять систему управления цветом – решать вам. Вы можете делать это поэтапно, заменяя по одной части существующей системы, или создать систему управления цветом параллельно с существующей практикой. Возможно, вы сможете назначить одного человека в вашей компании ответственным за весь процесс, и этот человек установит рабочие процедуры для других сотрудников. Какой бы метод вы ни выбрали, вы обнаружите, что первоначальные инвестиции в эту технологию многократно окупятся



преимуществами и выгодами, которые дает эта система. Какой бы путь вы ни выбрали, образование и знания являются ключевыми компонентами любого успешного внедрения системы управления цветом.

## ОРГАНИЗАЦИЯ РУКОВОДСТВА ПО УПРАВЛЕНИЮ ЦВЕТОМ

В этой книге меньше внимания уделяется пошаговым инструкциям, использованию меню и команд из конкретных приложений. Это не упущение, а продуманная стратегия по целому ряду причин. Важнее передать общие принципы управления цветом, чем инструкции по конкретным устройствам и программному обеспечению. Предположим, вы учите кого-то водить машину. Вы можете сказать на Ford Explorer: «Переместите рычаг возле левой стороны рулевого колеса, чтобы переместить боковое зеркало наружу». Это очень специфично для конкретной марки и модели и относится только к владельцам Ford Explorer. Было бы полезнее, если бы мы сказали: «Отрегулируйте боковое зеркало, чтобы обеспечить четкий обзор боковой и задней части автомобиля». Важнее понять результат процедуры, чем то, как он достигается в конкретном случае.

Другая причина, по которой в данном тексте не рассматриваются рабочие процессы, основанные на конкретном программном обеспечении и конкретных устройствах, заключается в том, что программное обеспечение постоянно обновляется, и примеры из существующих на данный момент версий быстро устаревают. Наконец, при таком количестве возможных комбинаций программного обеспечения и устройств невозможно удовлетворить запросы каждого пользователя, поэтому в тексте используются реальные примеры, но больше внимания уделяется объяснениям и процедурам.

Темы этой книги упорядочены таким образом, что первые главы развивают фундаментальные принципы и знакомят читателя с основами науки о цвете; дальнейшие главы посвящены приложениям и практическому управлению цветом с помощью различных реальных типов устройств. Если вы опытный пользователь, то можете читать текст выборочно, по мере необходимости, в то время как новичкам будет полезно последовательно изучить весь материал.

Данный текст предполагает очень мало предварительных знаний. Однако знакомство с элементарными компьютерными операциями (такими как открытие файла, его сохранение и печать) будет полезным. Технический опыт не требуется, но умение работать с цифровыми изображениями, такими как файлы TIFF и JPEG, а также файлами PDF будет полезно.

В главе 1 «Введение» рассказывается об управлении цветом. В этой главе объясняется, зачем нужно управление цветом, и дается простое описание того, как оно работает. В главе дается полный обзор предмета и раскрываются такие темы, как цветовое пространство  $L^*a^*b^*$ , тестовые мишени IT8, программное обеспечение для профилирования, Международный цветовой консорциум (ICC) и рабочие процессы RGB и CMYK. Глава 1 является обязательной для прочтения, поскольку многие последующие главы в ней рассматриваются в контексте. На протяжении всей этой главы мы отмечаем темы, которые появятся в книге позже.

Глава 2 «Законы света и цвета» посвящена феноменам света, цвета и зрительного восприятия человека. В этой главе объясняется, как мы видим цвет,

показывается, как цвет объекта может меняться в зависимости от цвета источника света. В этой главе дается определение источников света CIE, таких как D50 и D65, а также описываются такие эффекты, как хроматическая адаптация и метамерия.

Глава 3 «Цвет в числах» знакомит со спецификацией цвета на основе CIE. Главное внимание здесь уделяется описанию основных систем спецификации цвета, используемых в управлении цветом, а именно XYZ, Yxy и  $L^*a^*b^*$ . В этой главе показано, как измерить разницу между цветами с помощью  $\Delta E$ .

В главе 4 «Измерительные приборы» дан обзор ассортимента различных устройств, представленных сегодня на рынке. Существует широкий спектр колориметров и спектрофотометров, и на рынке появилось много новых приборов на базе iPhone. В этой главе описаны различные категории приборов, кратко описано, как они работают и как выбрать прибор, соответствующий вашим потребностям, включая важный режим измерения M1.

В главе 5 «Внутри профилей» рассматривается содержимое профиля. В этой главе рассматриваются программы – инспекторы профилей, которые можно использовать для изучения заголовка и тегов профиля. Принцип, который является основополагающим в управлении цветом, – это LUT<sup>1</sup>. LUT объясняются на примере реального устройства. Некоторые темы главы 5 адресованы опытному пользователю или пользователю, интересующемуся управлением цветом «изнутри».

В главах 6, 7 и 8 рассматриваются профили цифровых камер, мониторов и принтеров соответственно. В каждой главе описывается процесс создания и использования профилей этих устройств. Глава 6 «Управление цветом для цифровой камеры» также включает раздел о профилировании сканера. Глава 7 «Профили мониторов» охватывает настольные компьютеры, ноутбуки и LCD или LED-дисплеи<sup>2</sup>, а также веб-браузеры и планшетные устройства. Глава 8 «Профилирование цифровых печатных машин и принтеров» – это обширная глава, в которой рассматривается калибровка устройств, эталонные условия печати и вопросы, связанные с профилированием настольных принтеров и коммерческих печатных машин.

Глава 9 «Плашечные цвета и печать с расширенной цветовой гаммой» – это новая глава, впервые появившаяся во втором издании, которая знакомит с рабочими процессами Spot Color и Expanded Gamut.

Глава 10 «XML и управление цветом» рассматривает использование языка XML в приложениях для управления цветом.

Глава 11 «Управление цветом в Photoshop» представляет собой руководство по настройкам и управлению цветом в этой популярной программе. Здесь объясняются некоторые основные принципы работы с цветом в Photoshop и других программах Adobe, а также приводится очень полезная общая инструкция по работе. В этой главе приводится пример полного рабочего процесса управления цветом от цифрового захвата до просмотра и печати. Adobe Photoshop

<sup>1</sup> Look Up Table, по своей математической сути эта «таблица поиска» является «матрицей преобразования». – *Прим. ред.*

<sup>2</sup> В дальнейшем – просто «дисплей»; когда речь идет о дисплее с электронно-лучевой трубкой, это оговаривается особо. – *Прим. ред.*

представляет собой превосходную реализацию управления цветом и правильное использование терминологии ICC; он является прекрасным примером для демонстрации полного процесса управления цветом.

## ТЕРМИНОЛОГИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

$L^*a^*b^*$  – это метрика цвета, записываемая в виде трех чисел, например (52; 45; 67). Система  $L^*a^*b^*$  была утверждена Международной комиссией по освещению (CIE) в 1976 году и официально известна как CIE 1976  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  с официальной аббревиатурой CIELAB (произносится «си-лаб»). Исторически сложилось, что существуют различные версии Lab, такие как Hunter Lab и Adams-Nickerson Lab. Для того чтобы отличаться от этих других версий Lab, в официальной версии CIE используются звездочки –  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ; произносится «эл-стар, эй-стар, би-стар». Для ясности и краткости мы используем этот неофициальный синтаксис в данном тексте –  $L^*a^*b^*$ .

$\Delta E$  происходит от греческой буквы  $\Delta$  («дельта»), которая обычно применяется в научной литературе для обозначения разницы между величинами. Буква «E» происходит от немецкого слова «empfindung», означающего разницу в ощущениях. Таким образом, обозначение  $\Delta E$  произносится как «дельта E» и означает метрику цветовой разницы между двумя образцами. Существуют различные версии  $\Delta E$ , такие как  $\Delta E^*_{ab}$ ,  $\Delta E_{CMC}$ ,  $\Delta E^*_{94}$  и CIEDE2000. На протяжении всей книги используется сокращенное, но неофициальное обозначение  $\Delta E$ , а по умолчанию, если не указан конкретный метод, принимается CIEDE2000.

Иногда в тексте приводится цена товара или услуги, используемая валюта обозначается символом \$ и относится к долларам США.

Во всем тексте применяется американское написание слова «цвет», мы используем «color», а не «colour», за исключением названий компаний или названий документов, например *ISO 12646 – Graphic technology – Displays for colour proofing*.

Управление цветом более или менее не зависит от компьютерной платформы. Однако я являюсь пользователем Mac, и когда я писал эту книгу, то работал с операционной системой macOS X, поэтому большинство примеров и иллюстраций основаны на ней. Тем не менее положения, развиваемые в тексте, применимы не только к пользователям Mac, но в той же мере и к пользователям Windows. Прочитать книгу и следовать идеям, развитым в этом тексте, и реализовывать их смогут читатели любых предпочтений.

# Благодарности

Важно признать и отметить вклад многих моих коллег за их ценные предложения и технические знания. Некоторые из них участвовали в работе над текстом непосредственно, другие косвенно способствовали моему пониманию управления цветом в ходе многих поучительных бесед, на протяжении многих лет. В колледжах и университетах используется фраза «обучение в течение всей жизни», и я смиренно признаю, что многому научился у перечисленных ниже экспертов в процессе подготовки этого текста.

Я беру на себя полную ответственность за любые ошибки и упущения в этом тексте, однако если вы найдете эту работу информативной и полезной, то, вероятно, это заслуга одного из следующих уважаемых коллег. Мне доставляет огромное удовольствие отметить вклад следующих лиц (в алфавитном порядке, по фамилии):

Джордж Адам, Ричард Адамс II, Мэтью Адби, Базз Апостол, Крис Бай, Альбин Баранаускас, Маркус Барбиери, Стефан Барбиери, Рой Бернс, Рой Бонен, Стив Бонофф, Торстен Браун, Роджер Бретон, Майкл Брилл, Кристофер Браун, Дэн Колдуэлл, Эллен Картер, Рэй Шейдлер, Боб Чунг, Крис Кокс, Рассел Дусетт, Рем Эль Асалех, Рон Эллис, Навар Фдхал, Джулиан Фернандес, Барт Фрет, Дитмар Фукс, Марк Гивз, Мартин Гуш, Габриэль Грант, Фил Грин, Марк Гунд-лах, Мартин Хабекост, Ханспетер Харпф, Рик Хэтмейкер, Франц Херберт, Джек Холм, Дэвид Хантер, Дебора Хатчесон, Дон Хатчесон, Сэм Ингрэм, Дианна Кеннеди, Эли Хури, Карл Кох, Андреас Краушаар, Марк Ламей, Джоэл Лапойнт, Ричард Ли, Уильям Ли, Том Лианза, Вероника Лавелл, Хит Луэткенс, Боб МакКерди, Джон Нейт, Педер Нельсон, Питер Нуссбаум, Ангус Пэди, Джон Панноццо, Уэйн Пичи, Александра Пекаровичева, Биргит Плаутц, Лу Престиа, Лиз Куинлиск, Стив Ранкин, Дэн Рид, Крейг Реви, Дэнни Рич, Джим Росс, Ашок Сайни, Марк Самворт, Томас Шилдген, Дон Шредер, Марк Сигал, Джон Сеймур, Джули Шаффер, Кэри Шербурн, Мэтью Шеридан, Стив Смайли, Дэн Стейнхардт, Джеймс Саммерс, Джон Суини, Ричард Танстолл, Стив Аптон, Люк Уоллис, Эрик Уоловит, Ларри Уортер.

Мне приятно выразить признательность за поддержку своему коллеге Полу «Дэну» Флемингу из Западного Мичиганского университета, который сыграл важную роль в подготовке первого издания и является моим близким другом.

Я хочу поблагодарить моих коллег по Wiley Питера Митчелла и Нитью Сечин за их поддержку и терпение.

Я очень благодарен студентам Школы управления графическими коммуникациями Университета Райерсона за вопросы о цвете, а также преподавателям и сотрудникам университета за их постоянную поддержку и ободрение. Отдельное спасибо Яну Байтцу, заведующему кафедрой, и Чарльзу Фалзону, декану факультета коммуникаций и дизайна, за предоставление ресурсов и соз-

дание условий, которые позволили провести это исследование и опубликовать работу.

*Верстка осуществлялась в LaTeX в компании Aptara Inc. в Индии. PDF-пробы и готовые к печати файлы были созданы с помощью внутреннего программного обеспечения LaTeX. Для обработки цветных изображений использовались программы Adobe Photoshop и Adobe Illustrator. Изображения были сохранены в формате RGB JPEG/PNG, оптимизированном для разрешения экрана при производстве цифровых версий книги. Книга была отпечатана в типографии Markono в Сингапуре методом офсетной литографической печати с использованием красок СМΥК на печатной машине Heidelberg Speedmaster SX 102. Для текста использовалась бумага UPM Classic 90gsm, а для обложки – 130gsm Art. Печать была ориентирована на эталонные условия печати FOGRA39. Для контроля точности и согласованности цветов использовалось программное обеспечение CGS ORIS Press Matcher.*

# 1

## Введение

### Задачи

- Объяснить и дать определение, что такое управление цветом.
- Описать старый, замкнутый цикл управления цветом.
- Охарактеризовать деятельность Международного цветового консорциума (ICC).
- Описать «трех китов» управления цветом – калибровку, характеристику и преобразование.
- Представить цветовые пространства RGB, CMYK, а также  $Y_{xy}$  и  $L^*a^*b^*$ .
- Представить типичные рабочие процессы управления цветом.
- Описать преимущества применения управления цветом.

### 1.1. ЗАЧЕМ НАМ НУЖНО УПРАВЛЕНИЕ ЦВЕТОМ?

Что такое управление цветом и зачем оно нам нужно? Почему мы не можем просто взять цифровую камеру и сделать снимок, просмотреть изображение на дисплее, распечатать его и получить полное совпадение цветов? Ответ заключается в том, что каждое устройство захвата, обработки и воспроизведения изображений отличается от других устройств, и каждое имеет свои особенности.

Чтобы понять характеристики устройства, рассмотрим аналогию – приготовление попкорна в микроволновой печи, рис. 1.1. Путем проб и ошибок можно определить, что домашней микроволновой печи требуется, скажем, ровно две минуты, чтобы вздулись все зерна, без подгорания. Однако для офисной микроволновой печи большей мощности две минуты – это слишком много, поэтому время приготовления следует скорректировать и сократить до полутора минут. В студенческой квартире при использовании слабой мини-микроволновки для создания идеальной степени готовности требуется три минуты. Во всех случаях мы можем добиться одного и того же результата – идеально пропеченного пакетика попкорна, – но мы должны скорректировать время приготовления с учетом мощности и настроек каждой микроволновой печи, другими словами, характеристик каждого устройства.

В цифровой обработке изображений у нас может быть изображение с желтым лимоном, рис. 1.1. Мы пытаемся создать этот желтый цвет на разных устройствах. Каждый принтер печатает по-разному, с разными чернилами или тонером, и каждое устройство может использовать разные носители. Чтобы создать этот желтый цвет на разных устройствах, мы должны учитывать характеристики каждого устройства.