



*International
Color Consortium®*

Международный консорциум по цвету (ICC)

Спецификация ICC.1:2004-10 (Версия профилей 4.2.0.0)

Технология управления цветом
в изображениях — архитектура, формат
профилей и структура данных.
[Пересмотр 1:2003-09]

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный консорциум по цвету был сформирован с целью развития стандарта профайлов и управления им, а также для регистрации сигнатур и описаний тэгов.

Основатели консорциума: Adobe Systems Inc, Agfa-Gevaert N.V., Apple Computer Inc, Eastman Kodak Company, FOGRA, Microsoft Corporation, Silicon Graphics Inc, Sun Microsystems Inc, и Taligent Inc. Эти компании обеспечили полную поддержку стандарта своими операционными системами, платформами и приложениями. С тех пор консорциум расширился, теперь в нем более 60 членов.

В 2003 г. ICC вступил в «Кооперативное соглашение между ISO/TC130 и ICC», которое детализирует процедуру сотрудничества между ISO/TC130 (Полиграфия) и Международным консорциумом по цвету (ICC) с целью развития ряда стандартов ISO, основанных на работе ICC, включая спецификацию ICC-профайлов.

Изначальная версия стандарта, созданного консорциумом, подверглась нескольким пересмотрам. Пересмотр версии ICC.1:2004-08 сегодня предлагается как международный стандарт согласно упомянутому корпоративному соглашению. ISO-версия стандарта, техническое содержание которой идентично данному документу, именуется как «ISO 15076-1 Технология управления цветом в изображениях — архитектура, формат профайлов и структура данных — часть первая, основанная на ICC.1:2004-08».

Профайлы, созданные в соответствии с требованиями данной спецификации, идентифицируются как профайлы версии 4.2.0.0.

ВВЕДЕНИЕ

Данный международный Стандарт детально описывает формат профайлов, принятый Международным консорциумом по цвету (ICC).

Смысл формата в «межплатформенности»: признание его вендорами операционных систем позволяет конечным пользователям беспрепятственно перемещать изображения с прикрепленными профайлами (и сами профайлы) между различными компьютерными платформами. (Например, изготовителю принтера достаточно построить один общий профайл для разных операционных систем.) Профайлы устройств могут использоваться для перевода цветowych данных одного устройства в цветowe данные другого устройства.

Мы предполагаем, что читатель более или менее знаком с основами колориметрии, с цветовым пространством CIELAB, имеет представление о приемах характеристики устройств, а также знаком с color management system хотя бы одной операционной системы.

0.1 Международный консорциум по цвету (International Color Consortium — ICC)

Международный консорциум по цвету был сформирован с целью развития стандарта профайлов и управления им, а также для регистрации сигнатур и описаний тэгов.

Основатели консорциума: Adobe Systems Inc, Agfa-Gevaert N.V., Apple Computer Inc, Eastman Kodak Company, FOGRA, Microsoft Corporation, Silicon Graphics Inc, Sun Microsystems Inc, и Taligent Inc. Перечисленные компании обеспечили полную поддержку стандарта своими операционными системами, платформами и приложениями. С тех пор консорциум расширился, теперь в нем более 60 членов.

Изначальная версия стандарта, созданного консорциумом, подверглась нескольким пересмотрам. Пересмотр версии ICC.1:2004-08 сегодня предлагается как международный стандарт, тем не менее ICC продолжает работу с данной версией, и все предложения по развитию будут учтены в последующих пересмотрах. TC130 ISO намерен следить за тем, чтобы между ICC- и ISO-версиями данного документа не возникало существенных отличий.

Вебсайт ICC (www.color.org) предлагает дополнительную информацию, релевантную данному международному стандарту, и дополнительные ресурсы для разработчиков и пользователей. Также доступна информация о том, как стать членом ICC.

0.2 Структура Color Management и пространство связи профайлов (Profile Connection Space)

Основу структуры данного международного Стандарта составляет однозначно определяемое т.н. *эталонное цветовое пространство* (reference color space), метод цветовой спецификации которого в свое время был предложен Международной комиссией по освещению (CIE). Система CIE использует тройку величин интенсивности стимулов XYZ — трехстимульные значения (tristimulus values XYZ) — как набор значений, характеризующих тот или иной цветовой стимул. Трехстимульные значения позволяют пользователю определять степень цветового соответствия или несоответствия между стимулами, следовательно, с их помощью можно определить степень цветового соответствия между образцом и его репродукцией.

Вычисление XYZ-значений для прозрачных и отражающих сред производится исходя из спектрального коэффициента пропускания (отражения) образца, относительного спектрального распределения энергии источника освещения и «чувствительности» стандартного наблюдателя. Однако, поскольку CIE позиционирует двух стандартных наблюдателей, два варианта геометрии измерения для отражающих поверхностей и большое число осветителей, необходимо ввести определенное ограничение, для того чтобы получить систему, однозначную для специфического применения. Международный стандарт ICC определил такое ограничение, основанное на документе ISO 13655:1996 (Полиграфия — Спектральное измерение и колориметрическое вычисление для графических изображений и результирующее цветовое пространство, именуемое Profile Connection Space [PCS]). Вместе с тем, простая система CIE (значения XYZ или значения CIELAB, полученные из нее) не учитывает эффект окружения измеряемого стимула (который может быть различен для различных типов носителей) и/или уровень освещения. Влияние этих двух факторов на цветовое восприятие не находит отражения в PCS.

Данная проблема решается двумя возможными способами. Первый способ просто описывает коло-

риметрию оригиналов и репродуцирует их с *colorimetric rendering intents* — *колориметрически точной цветопередачей*. Второй путь описывает колориметрию стимулов изображения, представленных на стандартном носителе при оговоренных условиях просмотра, и использует принцип *цветопередачи по общему восприятию*¹ — *perceptual rendering intent*, с помощью которого можно исправить недочеты и добиться определенных эффектов цветопередачи (например, сохранить отличия между динамическими диапазонами устройства и эталонного PCS) при необходимости получить колориметрическое соответствие в тех или иных условиях просмотра.

Таким образом, PCS базируется на системе XYZ (или CIELAB), позиционированной для определенного наблюдателя (CIE Standard Colorimetric Observer 1931, чаще известный как 2-х градусный наблюдатель), относительно определенного осветителя — D50 (но если необходимо, то используется chromatic adaptation transform) и — для отражающих поверхностей — при указанной геометрии измерения (0°/45° или 45°/0°).

Для прозрачных сред также определены процедуры измерения (поскольку преобразование от XYZ до CIELAB однозначно, программы построения профайлов и графические приложения могут получить информацию о нем из определенного тэга в заголовке профайла).

Для колориметрически точной цветопередачи (color rendering intents) при измерениях, сделанных не по D50-осветителю², программа построения профайлов должна вносить в них определенные поправки (для таких случаев создан механизм, учитывающий хроматическую адаптацию).

Для обеспечения цветопередачи по общему восприятию (perceptual rendering intent) оговорены те же условия просмотра, но введены дополнительные ограничения и рекомендации, касающиеся как самого носителя изображений, так и уровня освещения, что призвано обеспечить более совершенный механизм цветовоспроизведения, включающий и масштабирование охвата (gamut mapping).

В дальнейшем для реализации perceptual rendering intent в эталонное цветовое пространство предполагается внести данные как об условиях просмотра, так и об эталонном носителе изображений. Ожидается, что разработчики программ построения профайлов предпримут все усилия к исправлению цветоискажений, возникающих в тех случаях, когда условия работы за монитором или при рассматривании прозрачных оригиналов отличаются от типичных условий рассматривания отражающих поверхностей.

Рис. 1 демонстрирует, как эталонное цветовое пространство используется для организации интерфейса обмена данными о цвете между устройствами. Без эталонного цветового пространства для каждой пары устройств требовалось бы отдельное преобразование: к примеру, для системы из n устройств, при необходимости обеспечить преобразования между всеми устройствами, понадобится n^2 преобразований, а также всякий раз при добавлении одного нового устройства будут требоваться дополнительные n преобразований. При использовании связующего цветового пространства понадобится только лишь n преобразований, а при добавлении одного нового устройства в систему — одно дополнительное преобразование. Если бы изображением было закодировано непосредственно в PCS, то преобразований как таковых не было бы вообще.

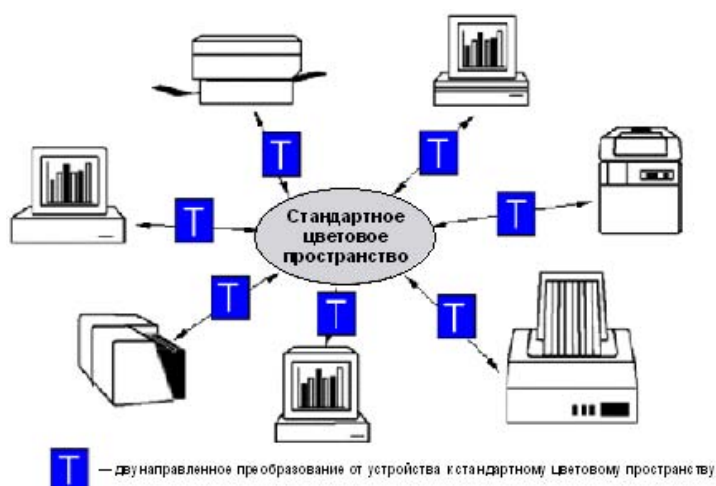


Рис. 1 — Схема использования эталонного цветового пространства

С целью обеспечения прецизионности процесса репродуцирования изображений преобразование между «цветами» устройства и PCS должно проводиться с большей точностью, нежели разрядность кодирования изображения, и, как правило, так и поступают. Для получения цветовой репродукции изобра-

¹ Изображения.

² Принципиальная разница между источником света (illumination source) и осветителем (illuminant) состоит в следующем: «Источники света — это фактические излучатели видимой энергии, к примеру, лампочки накаливания, небо (в тот или иной момент), флуоресцентные трубки и т.п. Осветители — это стандартизированные таблицы значений, представляющих спектральное распределение энергии, типичное для некоего специфического источника». (Mark D. Fairchild, Color Appearance Models, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 2004)

жения профайлы двух устройств объединяют через PCS-интерфейс (рис. 1), что обеспечивает максимально возможную точность репродуцирования. Для того чтобы преобразование между «цветовым» пространством устройства (device color space) и PCS могло быть выполнено любым приложением, необходимо, чтобы PCS было определено в открытой спецификации, и формат профайлов, утвержденный в данном международном Стандарте, обеспечивает такую спецификацию.

0.3 Цветопередача (*Rendering intents*)

Между цветовыми охватами устройств и цветовыми охватами носителей изображений никогда не бывает полного соответствия. Из-за имеющегося несоответствия и из-за необходимости использования различных приложений в данной спецификации определены четыре способа цветопередачи (color rendering intents/styles), каждый из которых — это определенный компромисс в процессе цветового репродуцирования.

Колориметрически точное цветовоспроизведение (colorimetric rendering intents) оперирует значениями цветовых измерений непосредственно или же с поправкой на хроматическую адаптацию (в тех случаях, когда колориметрия была рассчитана не для D50-осветителя, используемого в PCS).

Цветопередача по общему восприятию (perceptual rendering intents) и цветопередача по насыщенности (saturation rendering intents) оперируют колориметрическими значениями, которые были скорректированы для учета различий между устройствами, поверхностями и условиями просмотра.

Данный Стандарт позиционирует два возможных варианта колориметрически точной цветопередачи, но лишь один из них может быть непосредственно прописан в профайле устройства.

Первый вариант основан на колориметрии, выполненной по отношению к носителю изображения, при этом данные о цвете нормируются на белую точку носителя (для отражающих и прозрачных поверхностей), которая в результате имеет координаты PCS LAB 100 0 0.

Однако, поскольку необходимо, чтобы в профайле содержались данные о значениях белой точки относительно идеального отражающего рассеивателя, освещенного D50, то все значения пересчитываются в соответствии с данным условием¹. Результатом такого пересчета является т.н. абсолютная колориметрически точная цветопередача (absolute colorimetric intent).

Применение относительной колориметрически точной цветопередачи (media-relative colorimetric intent) в цветовом репродуцировании позволяет сохранить цветопередачу в высоких светах изображения и «белизну» носителя, несмотря на то, что носители оригинала и копии отличаются друг от друга по цвету. Однако такой способ вносит некоторое искажение во все цвета репродукции, поэтому, когда требуется точное соответствие по всему охвату, применяют absolute colorimetric intent.

Методология perceptual и saturation rendering intents — прерогатива фирм — производителей программного обеспечения (vendor specific).

Perceptual полезен для общего воспроизводства иллюстраций и, как правило, предполагает масштабирование динамического диапазона носителя оригинала в диапазон носителя копии, а также деформацию цветового охвата изображения при несоответствии охватов устройств.

Saturation применяется для изображений наподобие карт и диаграмм, когда, идя на компромисс в отношении передачи цветового тона (hue), в первую очередь добиваются сохранения насыщенности цветов.

Для того чтобы оптимизировать цветопередачу при perceptual-преобразованиях, указывают некоторые дополнительные величины цветового охвата (в значениях PCS), в частности, только для perceptual определены т.н. эталонный носитель изображения (reference medium) и эталонные условия просмотра (reference viewing condition). Reference medium позиционируется как гипотетический отпечаток на нейтральной поверхности с коэффициентом отражения 89% и диапазоном плотностей 2,4593. Эталонные условия просмотра определены спецификацией ISO (ISO 3664:2000 Условия просмотра — полиграфия и фотография): осветитель D50 с освещенностью поверхности 500 люкс² в нейтральном окружении с коэффициентом отражения 20%.

Для perceptual-цветопередачи выбор эталонного носителя с реалистичной черной точкой задает четкое направление тональному перемасштабированию (если в таком возникает необходимость). Оцифровка изображения с динамическим диапазоном, превышающим динамический диапазон отпечатка (к примеру, слайд-оригинал или колориметрия сцен с большим диапазоном), приводит к тому, что высокие света и тени подвергаются гладкому щадящему сжатию в диапазон печати, причем с возможностью вновь расширить этот диапазон (без потерь деталей изображения в указанных областях), например, при переносе на носитель большего динамического диапазона. Аналогично оригиналы с низким динамическим диапазоном могут быть воспроизведены на «широкодиапазонном» reference medium без потерь, дабы гарантировать возможность взаимодействия с другими носителями.

Поскольку в репродукционном процессе профайлы могут выполнять разные виды преобразований, то, когда способ цветопередачи определен, в опциях color management-приложения следует выбрать

¹ В этом случае за PCS LAB 100 0 0 принимаются координаты идеального отражающего рассеивателя.

² Т.н. practical-освещение..

нужный метод преобразования.

Perceptual rendering intent в большинстве случаев пригоден для воспроизведения естественных, фотореалистичных изображений, однако не всегда: к примеру, в цветопробном репродуцировании при необходимости имитировать одно цветовоспроизводящее устройство другим цветовоспроизводящим устройством, предпочтительно использование colorimetric rendering intent.

Дополнительные сведения по данному вопросу можно получить в Приложении D.

0.4 Профайлы устройств

Профайлы устройств обеспечивают color management-системы информацией, необходимой для преобразования данных о цвете между цветовым пространством устройств и аппаратно-независимым цветовым пространством. Данный международный Стандарт делит цветовоспроизводящие устройства на три больших класса: устройства ввода; устройства отображения; устройства вывода.

Для каждого класса устройств отработаны алгоритмы, которые выполняют преобразование между цветовыми пространствами. Рисунки 2 и 3 показывают примеры работы таких алгоритмов.

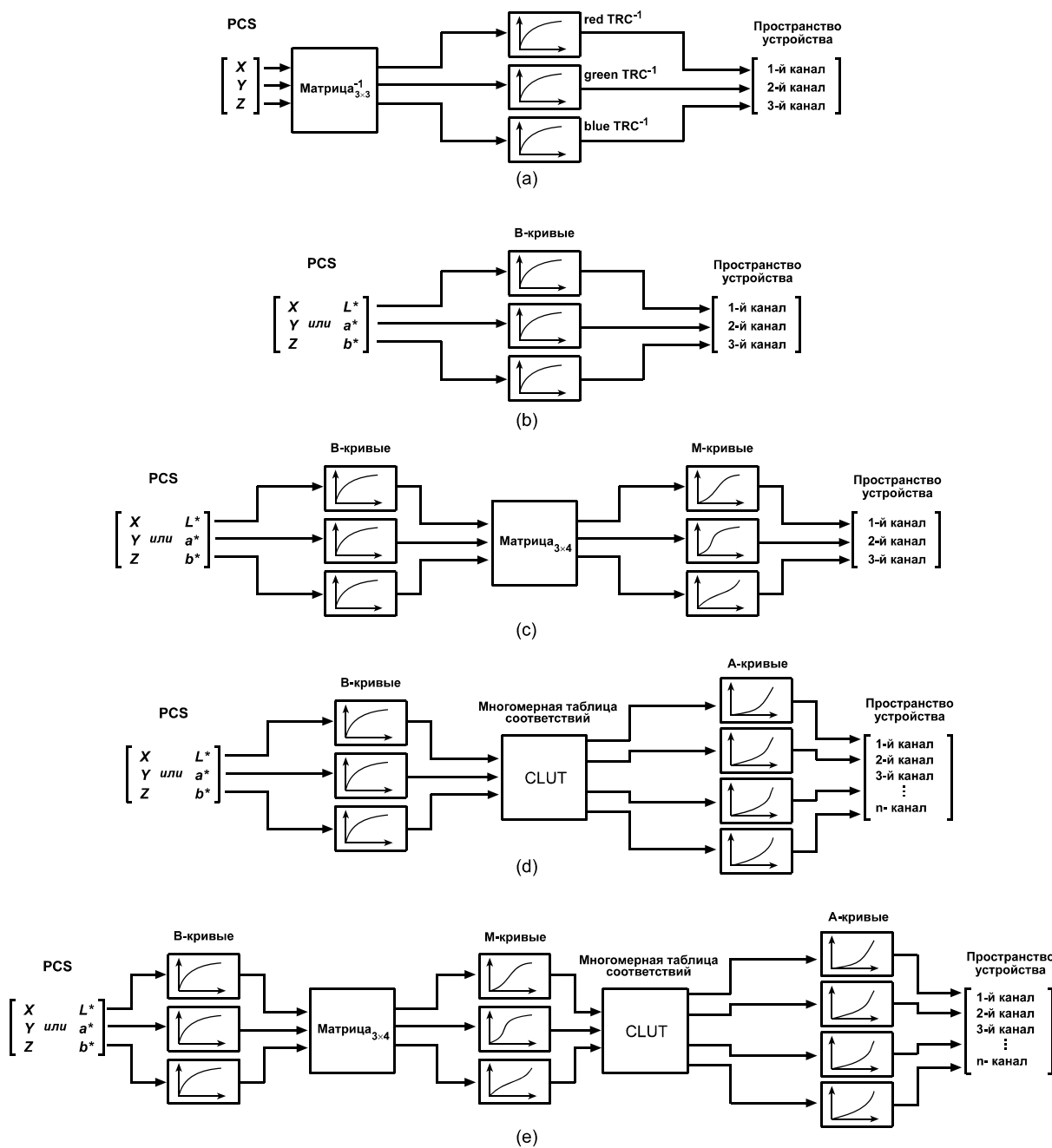


Рис. 2 — Различные способы преобразования данных о цвете от PCS до пространства устройства:

(a) — матричная тон-репродукционная модель;

(b) — (e) четыре разных способа применения lutBtoA;

(d) и (e) могут использоваться только в случае четырехкомпонентных пространств (и выше).

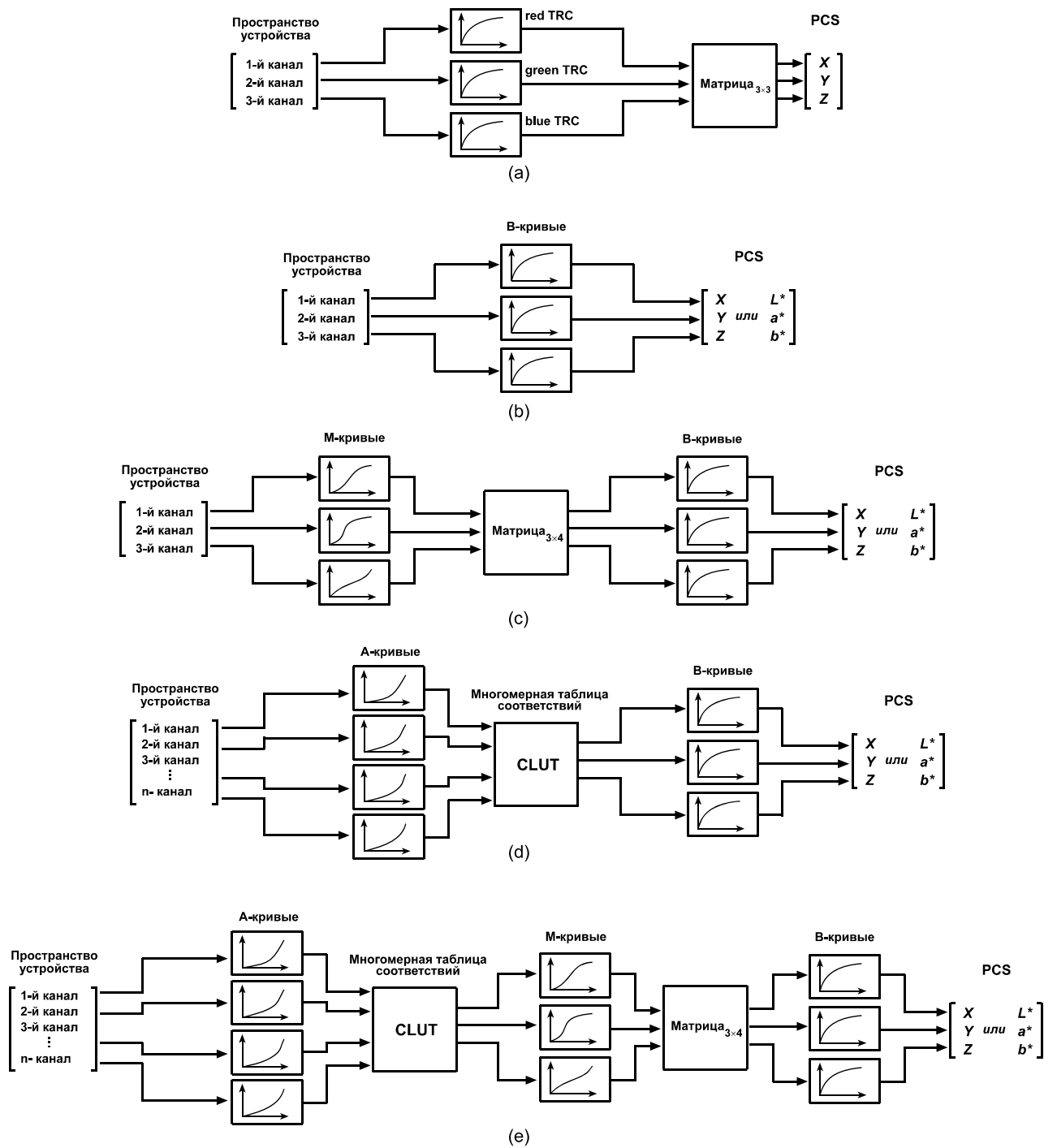


Рис. 3 — Примеры преобразования цвета от устройства до PCS:

(a) — матричная тон-репродукционная модель;

(b) — (e) четыре разных способа применения lutAtoB;

(d) и (e) могут использоваться только в случае четырехкомпонентных пространств (и выше).

Каждая из основных моделей осуществляет свой вид обмена данными в памяти компьютера, а также вычисления, обеспечивающие должное качество изображения. Данные, требующиеся для реализации описанных моделей, нужны для того, чтобы color management module (CMM) того или иного приложения мог выполнять преобразования между цветовыми пространствами устройств. Параметры данных рассматриваются в пункте 10, а структура управления с использованием обсуждаемых компонент показана на рис. 4.

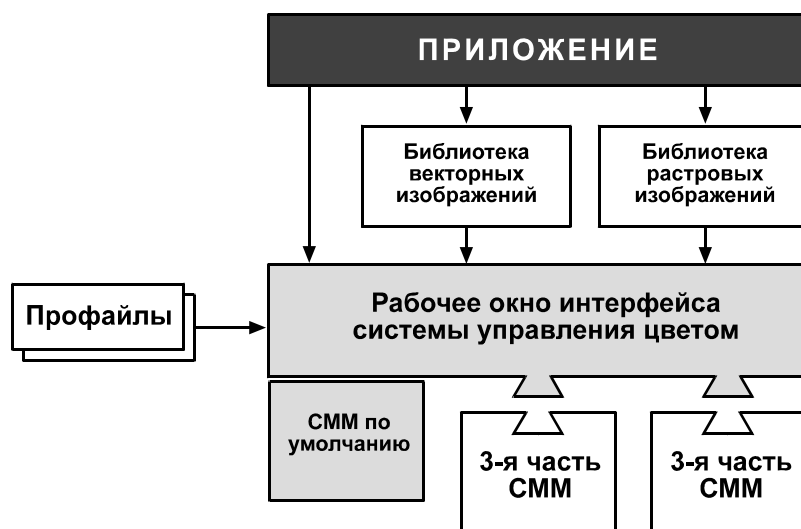


Рис. 4 — Архитектура CMS.

0.5 Поэлементная структура профайлов

Структура профайлов представляет собой заголовок (Header), за которым следует таблица тэгов (Tag table), элементы которой (тэги) могут быть расположены в любом порядке. Набор тэгов несет в себе трехуровневую информацию, необходимую разработчикам: обязательные данные (required data), дополнительные данные (optional data) и частные данные (private data). Таблица тэгов содержит тэговую информацию для каждого конкретного профайла: сигнатуру (signature), адрес (offset) и размер данных (size of the data) для каждого тэга. Сигнатуры в данном международном стандарте определены как четырехбайтное шестнадцатеричное число.

Данная тэговая схема позволяет CM-модулю прочитывать элементы таблицы в любом порядке и загружать в память компьютера только ту информацию, что необходима для работы специфического программного обеспечения. Поскольку размер профайла может оказаться очень большим, такая система экономит вычислительные ресурсы компьютера и ресурсы его памяти. Детальные описания тэгов см. ниже.

Обязательные тэги обеспечивают полный набор информации, необходимый для того, чтобы СММ мог передавать данные о цвете от PCS к пространству устройства и обратно. Класс профайла задает требуемую комбинацию тэгов.

В придачу к обязательным тэгам каждому профайлу устройства определено множество дополнительных тэгов, что может быть использовано в расширенных цветовых преобразованиях: к примеру, поддержка языка PostScript Level 2, поддержка данных о калибровке устройства и проч. Все сигнатуры, описания алгоритмов и процедуры, необходимые для обязательных и дополнительных тэгов, утверждены ICC.

Частные тэги позволяют разработчикам color management-модулей придать особую значимость и ценность своим профайлам: зарегистрировав тип тэгов и сами тэги, обеспечив их совместимость с международным стандартом, разработчики программного обеспечения могут быть уверены в поддержке прав собственности со стороны данного стандарта. Вместе с тем, философия данного формата призвана поддерживать открытый межплатформенный стандарт, поэтому сведение числа частных тэгов к минимуму всячески поощряется.

0.6 Прикрепленные профайлы

В дополнение к межплатформенному стандарту формата профайлов, самостоятельно размещенных на жестком диске компьютера, данный стандарт описывает договоренность о возможности прикрепления профайлов к файлам изображений: прикрепленные профайлы позволяют пользователям свободно перемещать данные о цвете между компьютерами, компьютерными сетями и операционными системами, не заботясь о том, присутствуют ли необходимые профайлы на жестком диске целевого компьютера. То есть, суть прикрепленных профайлов состоит в том, чтобы обеспечить интерпретацию связанных с ними цветовых данных.

Полная спецификация на процедуру прикрепления профайлов к файлам изображений дана в Приложении В.

0.7 Прочие профили

В дополнение к описанным вариантам профайлов устройств в данной спецификации определены еще четыре типа профайлов.

DeviceLink-профили — *Профили жесткой связи устройств* — обеспечивают фиксированное преобразование из пространства одного устройства в пространство другого, что может быть полезным в ситуациях, когда необходимость в таком преобразовании требуется достаточно часто или преследует некие особые цели. На рис. 5 показаны различные модели алгоритмов, которые могут быть использованы для построения DeviceLink-профайлов.

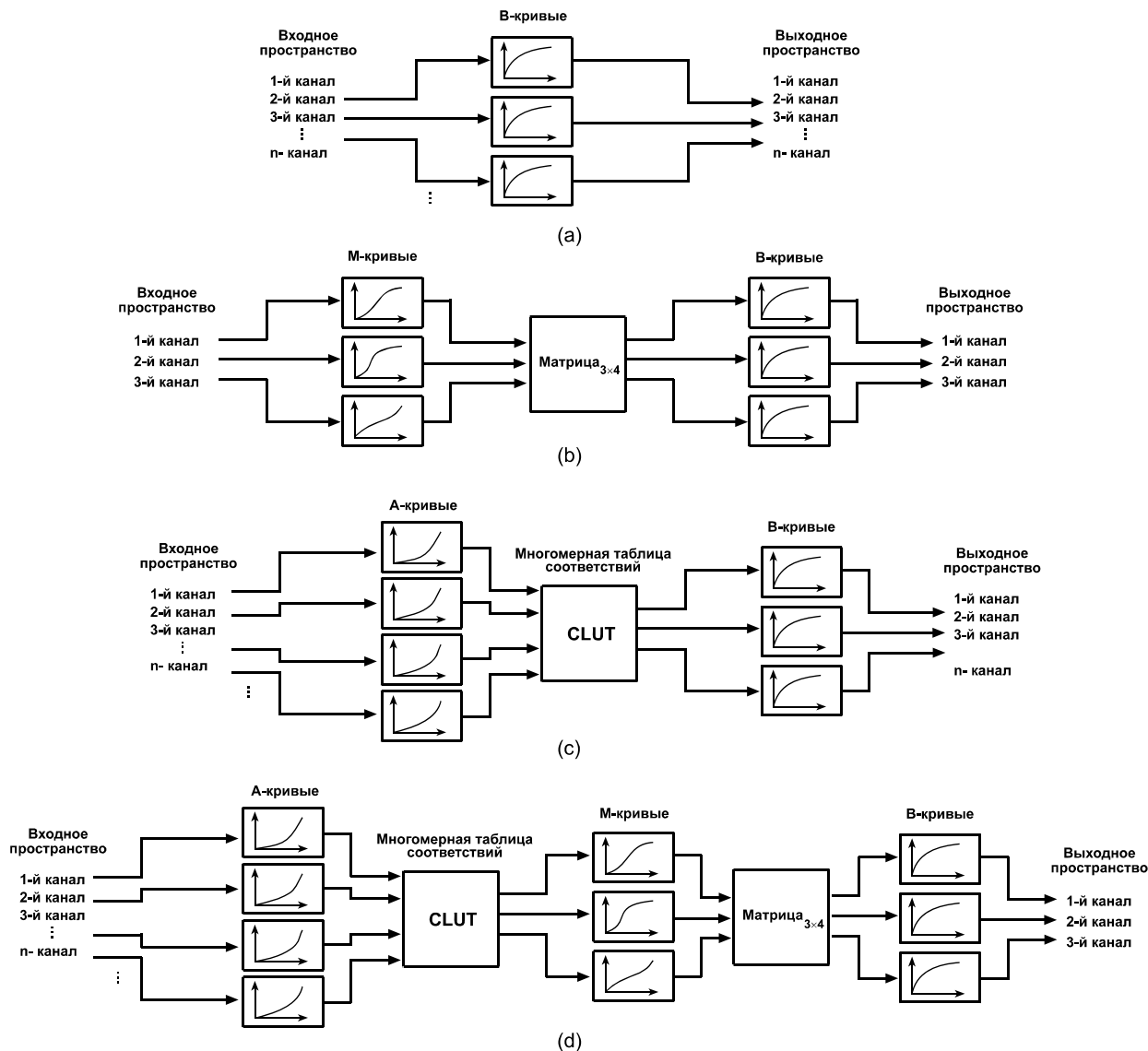


Рис. 5 — Примеры преобразования цвета от устройства к устройству с использованием DeviceLink-профайла:

- (a) — тон-репродукционная модель;
- (b) — матричная тон-репродукционная модель;
- (c) — CLUT плюс тон-репродукционная модель;
- (d) — CLUT плюс матрица, плюс модель электронно-лучевой трубки,
- (a), (c) и (d) могут использоваться только в случае четырехкомпонентных пространств (и выше).

Color Space conversion profiles — *Профили конверсии цветовых пространств*. Обеспечивают преобразование между различными аппаратно-независимыми цветовыми пространствами и PCS. Могут оказаться полезными в тех технологических процессах, в которых эталонные цветовые пространства отличаются от предлагаемого ICC.

Abstract profiles — *Абстрактные профили* — обеспечивают преобразование из PCS в PCS и позволяют добиваться определенных цветовых эффектов.

Named Color Profiles — Профайлы именованных (спотовых) цветов — описывают преобразования между аппаратными данными устройств (device values) и PCS в отношении отдельных цветов, но не изображений в целом.

0.8 Организационное описание данного международного стандарта

Данный международный стандарт касается очень сложных вопросов, поэтому структура спецификации должна давать ясную и однозначную информацию о формате профайлов. Достичь этого можно только следуя принципу т.н. нисходящей перспективы — начав с краткого обзора (представленного выше) с последующим изложением второстепенных сведений, которые необходимы для однозначной интерпретации данного текста.

Описание profile connection space и способов цветопередачи в дальнейшем будет детализировано вплоть до побайтного описания.

Пункт 6 описывает Profile Connection Space и Rendering intents.

Пункт 7 описывает структуру различных областей в профайле.

Пункт 8 описывает содержание тэгов, необходимых профайлам каждого класса.

Пункт 9 демонстрирует список тэгов разных классов (обязательных и дополнительных) и кратко подводит итог функции каждого тэга, а также содержит сигнатуры для каждого тэга.

Пункт 10 определяет классы тэгов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А дает дополнительную информацию, касающуюся цветовых пространств и способов цветопередачи, представленных в данном стандарте.

Приложение В описывает детали, позволяющие включить профайлы в PICT, EPS, TIFF, и JFIF файлы.

Приложение С дает общее описание тэгов PostScript Level 2 представленных в данном стандарте.

Приложение D дает некоторый второстепенный материал по Profile Connection Space.

Приложение E дает дополнительную информацию, касающуюся цветовой адаптации и ChromaticAdaptationTag'a

Приложение F описывает некоторые модели вычислений, принятые в данном стандарте.

Приложения G подводит итог табличному представлению обязательных тэгов для каждого класса профайлов, описанных в пункте 8.

СПЕЦИФИКАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО КОНСОРЦИУМА ПО ЦВЕТУ ИСС.1:2004-10

Технология управления цветом в изображениях: архитектура, формат профайлов и структура данных

1 Обзор

Данный международный стандарт детально описывает формат профайлов цветопроизводящих устройств и рабочую архитектуру системы, обеспечивающей обмен информацией, необходимой для цветовой обработки цифровых изображений. Сюда же включена спецификация для эталонных цветовых пространств и структур данных (тэгов).

Примечание: спецификация не может являться международным стандартом в буквальном смысле, но все используемые в ней термины релевантны тексту ISO 15706-1:200X.

2 Соответствие и регистрация

Любая система управления цветопроизведением, приложение, утилита или драйвер устройства обязаны соответствовать данной спецификации и должны «понимать» профайлы, утвержденные данной спецификацией.

Любая программа построения профайлов и/или иное оборудование, предназначенное для этих целей обязаны соответствовать данной спецификации и должны строить профайлы в соответствии с описанными здесь требованиями.

Программы, оперирующие ИСС-профайлами, должны работать с ними в стиле, предложенном данным документом.

Стандарт требует, чтобы описания типов СММ, производителей устройств, моделей устройств, тэгов профайлов и классов тэгов профайлов были зарегистрированы в целях страхования всей информации. Регистрация поручена техническому секретарю ИСС.

Примечание: контактная информация размещена на www.color.org

3 Нормативные документы

В данную спецификацию включены нижеследующие нормативные документы.

Датированные документы цитируются по их последнему изданию. Недатированные цитируются по их последней редакции (включая все поправки).

Международная комиссия по освещению. Публикация 15.2-1986, *Колориметрия, Второе Издание*.

Международная комиссия по освещению. Публикация 122-1996, *Взаимоотношения между цифровыми и колориметрическими данными при работе компьютерных электронно-лучевых дисплеев*.

Международная комиссия по освещению. Публикация 131-1998, *Промежуточная цветовая модель CIE 1997 (упрощенная версия), CIECAM97*.

DIN 16536-2:1995, *Контроль качества печати и печатных красок в полиграфии — Измерение оптической плотности в печатных и непечатных изданиях. Часть 2: Спецификация инструментов для денситометрии на отражение и их калибровка*.

Международная Электротехническая Комиссия. Tech. 3213-E: *Стандарт цветовых допусков для студийных мониторов*.

ISO 5-3:1995 *Фотография — ISO-стандарт денситометрических измерений. Часть 3: Спектры*.

IEC 61966-2.1, *Мультимедийные системы и оборудование — Цветовые измерения и управление. Часть 2.1: Управление цветом в мультимедийных системах — Базовые RGB-пространства — sRGB*.

Международная Электротехническая Комиссия. Компакт-диск 61966-3 (2000-03), *Цветовое измерение и управление в мультимедийных системах и оборудовании. Часть 3: Оборудование, использующее катодные трубки.*

Международная Организация по Стандартизации. 639-1:2002, *Коды представления языков. Часть 1: Альфа 2 код.*

Международная Организация по Стандартизации/Международная Электротехническая Комиссия. 646:1991, *Информационная технология — ISO 7-битное кодирование символов для информационного обмена.*

Международная Организация по Стандартизации. 3166-1:1997, *Коды представления стран и их подразделений. Части 1: Коды стран.*

Международная Организация по Стандартизации. 3664:2000, *Условия просмотра — Полиграфия и Фотография.*

Международная Организация по Стандартизации/Международная Электротехническая Комиссия. 8824-1:1998, *Информационная технология — Абстрактный синтаксис примечаний (ASN.1): Спецификация основных примечаний.*

Международная Организация по Стандартизации/Международная Электротехническая Комиссия. 10918-1:1994, *Информационная технология — Цифровая компрессия и кодирование изображений непрерывного тона: требования и принципы.*

Международная Организация по Стандартизации. 13655:1996, *Полиграфия — Спектральное измерение и колориметрические расчеты для графики.*

ITU-R BT.709-2, *Значения параметров HDTV-стандарта и международной программы обмена данными.*

Apple Computer Inc. *Спецификация PICT-стандарта.*

Adobe Systems Inc. *Руководство к языку PostScript, третье издание.*

SMPTE RP 145-1994: *SMPTE C Колориметрия цветных мониторов.*

Adobe Systems Inc. *Спецификация формата TIFF 6.0.*

Интернет RFC 1321, *MD5 Алгоритм*, R. Rivest, апрель 1992, интернет ссылка: <ftp://www.ietf.org/rfc/rfc1321.txt.>

4 Термины и определения

В данном документе используются следующие термины и определения:

4.1

Выравнивание

Элементы данных выравниваются относительно типа данных, если адрес элемента данных — интегральный множитель числа байтов в типе данных.

4.2

Строка текста ASCII

Последовательность байтов, которая указана в ISO/IEC 646, где последний символ в строке NULL (символ 0/0).

4.3

Big-endian

Обращение к байтам в пределах 16, 32 или 64 бит от старшего к младшему, как байт увеличения адреса.

4.4

Разрядная позиция

Биты пронумерованы так, что 0 является наименьшим значащим битом.

4.5

Байт

Двойное целое число на 8 бит.

4.6

Смещение байта

Номер байта от начала поля.

4.7

Кодирование цвета

Универсальный термин дискретного цифрового кодирования цветового пространства, касающийся кодирования как самих цветовых пространств, так и изображений [ISO 22028-1].

Примечание: числовые значения разрядности кодирования, представляющего цветовое пространство или изображение, отражают точность этого кодирования.

4.8

Color management — управление цветом (цифровых изображений)

Обмен информацией, необходимый для однозначной интерпретации данных о цвете и цветовых преобразованиях в процессе репродуцирования изображений.

Примечание: управлять можно всеми компонентами цветового контента (который может включать в себя текст, штрихи, графику и собственно изображения), представленными в векторной или растровой форме.

Примечание: color management рассматривает характеристики устройств ввода-вывода с позиции преобразования их цветковых данных.

4.9

Фиксированная точка

Метод кодирования реального числа в двоичной системе, помещающий двоичный код в определенную разрядную позицию.

Примечание: многие типы тэгов, определенные данным международным стандартом, имеют фиксированные точки, которые в определенных обстоятельствах (MetaFonts, и т.п.) предпочтительнее т.н. плавающей запятой.

4.10

Шестнадцатеричный

4-битная система счисления

Примечание: в данном стандарте шестнадцатеричные значения обозначаются как xхh.

4.11

NULL

Символ, закодированный в позиции 0/0 согласно ISO/IEC 646.

4.12

Пространство связи профайлов (profile connection space)

Абстрактное цветовое пространство, используемое для связи профайла устройства-источника с профайлом устройства-назначения (целевого устройства).

Примечание: полное описание см. в Приложении D.

4.13

Цветопередача (rendering intent)

Тот или иной способ масштабирования (компрессии) цветовых значений при переходе от одного описания данного изображения к другому его описанию .

Примечание: см. п. 6 и Приложения А и D, где описаны четыре способа цветопередачи, используемые в ICC-профайлах (ICC-absolute colorimetric, relative colorimetric, perceptual и saturation).

4.14

Спотовый цвет

Самостоятельный (single) колорант, идентифицируемый по имени, чьи печатные свойства специфицируются независимо от их цветовых координат.

4.15

Сигнатура (подпись)

Алфавитно-цифровое 4-байтовое значение, зарегистрированное ICC.

Примечание: более короткие значения дополняются в конце байтом 20h.

4.16

Паразитная подсветка (viewing flare)

Блик, который виден при определенных условиях просмотра, но который нельзя зафиксировать при стандартной геометрии измерения [ISO 22028-1].

Примечание: паразитная подсветка выражается в процентном отношении к яркости точки адаптации по белому.

4.17

Паразитный блеск (veiling glare)

Свет, отраженный от подложки изображения, который не может быть воспроизведен стандартными средствами создания изображений [ISO 22028-1].

5 Нумерация и сокращения

5.1 Нумерация

В данном документе использована следующая нумерация:

5.1.1 Номер даты и времени

Дата и время представлены в профайле в виде 12-байтовой записи (см. табл. 1). Значения кодируются в 16 битах (uint16-значение — см. 5.1.6). Значения даты и времени, записанные в профайл, должны соответствовать мировому времени (UTC — Coordinated Universal Time — Гринвич). Авторы профайла обязаны конвертировать местное время в UTC, но на экране может отображаться как мировое время, так и его местный эквивалент.

Таблица 1 — Номер даты и времени

Позиция байтов	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как...
0...1	2	Текущий год	uint16-значение
2...3	2	Месяц (1-12)	uint16-значение
4...5	2	День месяца (1-31)	uint16-значение
6...7	2	Час (0-23)	uint16-значение

8...9	2	Минута (0-59)	uint16-значение
10...11	2	Секунда (0-59)	uint16-значение

5.1.2 Значение ответа

8-байтовая запись значений, используемых для связи нормированного кода устройства с данными измерений. Используется согласно таблице 2.

Таблица 2 — Номер ответа

Позиция байтов	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как...
0...1	2	16-битный номер в интервале от минимального до максимального. Примечание: минимальный (DeviceMin) кодируется как 0000h, максимальный (DeviceMax) как FFFFh	uint16-значение
2...3	2	Зарезервировано для 0	
4...7	4	Данные измерений	s15Fixed16-значение

5.1.3 s15Fixed16

Значение 4-byte/32-bit с сигнатурой, имеющее 16 фактальных битов. См. таблицу 3.

Таблица 3 — Номер s15Fixed16

Номер	Кодировка
-32768,0	80000000h
0	00000000h
1,0	00010000h
32767 + (65535/65536)	7FFFFFFFh

5.1.4 u16Fixed16

Значение 4-byte/32-bit без сигнатуры, имеющее 16 фактальных битов. См. таблицу 4.

Таблица 4 — Номер u16Fixed16

Номер	Кодировка
0	80000000h
1,0	00010000h
65535 + (65535/65536)	FFFFFFFh

5.1.5 u1Fixed15

Значение 2-byte/16-bit без сигнатуры, имеющее 15 фактальных битов. См. таблицу 5.

Таблица 5 — Номер u1Fixed15

Номер	Кодировка
0	0000h
1,0	8000h
1 + (32767/32768)	FFFFh

5.1.6 u8Fixed8

Значение 2-byte/16-bit без сигнатуры, имеющее 8 фрактальных битов. См. таблицу 6.

Таблица 6 — Номер u8Fixed8

Номер	Кодировка
0	0000h
1,0	0100h
255 + (255/256)	FFFFh

5.1.7 uint16

Значение 2-byte/16-bit без сигнатуры.

5.1.8 uint32

Значение 4-byte/32-bit без сигнатуры.

5.1.9 uint64

Значение 8-byte/64-bit без сигнатуры.

5.1.10 uint8

Значение 1-byte/8-bit без сигнатуры.

5.1.11 XYZ

Значения CIEXYZ (которые не могут быть отрицательными) обычно кодируются как 4-byte/32-bit с сигнатурой. Использование байтов показано в таблице 7. Все номера XYZ (кроме яркости) должны быть линейно шкалированы, при условии что Y лежит в диапазоне от 0 до 1,0.

Таблица 7 — Номер XYZ

Позиция байтов	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как...
0...3	4	CIE X	s15Fixed16-значение
4...7	4	CIE Y	s15Fixed16-значение
8...11	4	CIE Z	s15Fixed16-значение

Примечание 1: CIE специфицирует нормировку Y для отражающих и прозрачных поверхностей таким образом, что для идеального отражающего (или пропускающего) рассеивателя ее величина должна быть равна 100. В данном международном стандарте (из соображений удобства кодирования) по величине Y для идеального отражающего (или пропускающего) рассеивателя принята 1 (единица).

Примечание 2: здесь сигнатуры номеров приспособлены к работе с отрицательными значениями, возникающими в процессе вычислений.

5.1.12 Семибитовые ASCII-коды

Алфавитно-цифровые значения и прочие коды ввода-вывода должны соответствовать American Standard Code for Information Interchange (ASCII) специфицированному в ISO/IEC 646.

5.2 Сокращения

ANSI — American National Standards Institute (Американский Национальный Институт Стандартов)

CIE — Commission Internationale de l'Eclairage, International Commission on Illumination (Международная Комиссия по Освещению)

CLUT — Color Lookup Table (multidimensional) (Многомерная таблица соответствий)

CMM — Color Management Module (Модуль управления цветом)

CMY — Cyan, Magenta, Yellow (Голубой, пурпурный, желтый)
CMYK — Cyan, Magenta, Yellow, Key (Голубой, пурпурный, желтый, [ключевой] черный)
CRD — Color Rendering Dictionary (Словарь цветовоспроизведения)
CRT — Cathode-Ray Tube (Электронно-лучевая трубка)
EPS — Encapsulated PostScript (Инкапсулированный [закрытый] постскрипт)
ICC — International Color Consortium (Международный консорциум по цвету)
IEC — International Electrotechnical Commission (Международная Электротехническая Комиссия)
ISO — International Organization for Standardization (Международная Организация по Стандартизации)
LCD — Liquid Crystal Display (Жидкокристаллический дисплей)
LUT — Lookup Table (Таблица соответствий)
PCS — Profile Connection Space (Пространство связи профайлов)
RGB — Red, Green, Blue (Красный, Зеленый, Синий)
TIFF — Tagged Image File Format (Теговый формат файла изображения)
TRC — Tone Reproduction Curve (Тон-репродукционная кривая)
UCR — Under Color Removal (Удаление из-под черного)

6 Пространство связи профайлов и цветопередача

6.1 Введение

Пространство связи профайлов (PCS) — это эталонное цветовое пространство, в котором данные о цвете кодируются в целях создания интерфейса преобразования между устройством-источником и целевым устройством, и соответствуют кодировке, принятой в колориметрической спецификации CIE.

В данном стандарте детально описаны четыре возможных варианта цветопередачи:

- абсолютная колориметрически точная цветопередача (absolute colorimetric intent);
- относительная колориметрически точная цветопередача (media-relative colorimetric intent);
- цветопередача по общему восприятию изображений (perceptual intent)
- цветопередача по насыщенности (saturation intent).

В зависимости от характера репродукционной задачи используется тот или иной вариант цветопередачи (компрессии цветовых значений).

Колориметрически точные цветопередачи должны сохранять неизменной колориметрию внутри охвата (in-gamut colors), при этом неизбежно искажая внегамутные цвета (out-of-gamut). Конкретные способы масштабирования охвата (gamut mapping) не специфицируются, но они должны быть идеологически совместимы с утвержденными методами цветопередачи.

Цветопередача по общему восприятию изображений (perceptual) и цветопередача по насыщенности (saturation) преобразуют колориметрические значения в целях обеспечения связи между различными цветовоспроизводящими устройствами, носителями изображений и условиями просмотра.

Цветопередача по общему восприятию как правило используется для общего воспроизведения изображений, макетов изданий и фотографий.

Цветопередача по насыщенности применяется к изображениям, содержащим объекты наподобие графиков и диаграмм.

Относительное колориметрически точное преобразование (media-relative colorimetric transform) применимо к цветам, сжимаемым в целях получения репродукции, колориметрически точной относительно подложки изображения.¹

Абсолютное колориметрически точное преобразование применимо к спот-цветам, а также тогда, когда в цветопробном процессе хотят имитировать цвет одного носителя на другом носителе, однако в цветопробном деле часто отказываются от такой имитации, предпочитая ей относительное колориметрически точное преобразование.

Требования к видам цветопередачи изложены в п. 6.2 и обсуждаются далее в Приложении D.

Профайлы обязаны содержать как минимум один вариант преобразования из четырех предложенных. Какие виды цветопередачи являются обязательными, какие дополнительными для того или иного класса профайлов — подробно описано в п. 7.

6.2 Цветопередача

6.2.1 Общие положения

Способы колориметрически точной цветопередачи основаны на колориметрических измерениях, рассчитанных на адаптацию зрения по D50-осветителю PCS, и если нужно, пересчет на D50 фиксируется в т.н. ChromaticAdaptationTag — тэге хроматической адаптации. Для расчета хроматической адапта-

¹ Подложка в этом случае задает точку адаптации.

ции данный стандарт требует использования т.н. линейной брэдфордской модели (the linear Bradford model), практически идентичной линейной модели CIECAM97 (описана в публикации CIE №131), в которой принят тезис о полной адаптации зрения, а легкая нелинейность в синем канале опущена. Детальное описание брэдфордской модели содержится в Приложении E.

Примечание: использование ChromaticAdaptationTag требуется всякий раз, когда фактические источники освещения отличаются от D50. Чтобы изначальные данные измерений могли быть представлены в значениях PCS D50, применяется т.н. обратное преобразование хроматической адаптации (inverse chromatic adaptation transformation). Поскольку значения PCS уже представлены в D50 при построении профайла, данная инверсия не является стандартной функцией CMM и при обычном использовании профайлов устройств ни одно прямое или обратное преобразование хроматической адаптации не возлагается на CMM.

Для выполнения преобразований по остальным способам цветопередачи определен только D50-осветитель PCS, однако, несмотря на то, что здесь не требуется расчет специфической хроматической адаптации, на пересчет данных запрета нет.

Для профайлов устройств ввода преобразование по относительному или абсолютному способам цветопередачи отражает цвета оригинала изображения. Для профайлов устройств вывода значения PCS могут быть рассчитаны по носителю изображения, однако везде, где используются ICC-профайлы, результирующие значения PCS толкуются как колориметрия оригинала и его репродукции независимо от того, является ли такая колориметрия фактической.

6.2.2 Относительная колориметрически точная цветопередача (Media-relative colorimetric intent)

Преобразования при данном способе цветопередачи перемасштабируют внутриохватные «хроматически адаптированные» трехстимульные значения, исходя из того, что белая точка устройств ввода и вывода переносится на белую точку PCS (как показано в п. 6.3.2).

Примечание: преобразования, выполняемые при относительной колориметрически точной цветопередаче предполагают, что колориметрия выполнена относительно подложки оригинала (профайлы устройств ввода) или что репродукция выполнена относительно подложки изображения (профайлы выводных устройств).

6.2.3 Абсолютная колориметрически точная цветопередача (ICC-absolute colorimetric intent)

Преобразования при данном способе цветопередачи оставляют внутриохватные хроматически адаптированные цветовые координаты изображения неизменными.

Профайлы не содержат отдельной, самостоятельной методики для выполнения преобразования с абсолютной колориметрически точной цветопередачей, но когда цветопередача по данному способу все-таки требуется, она может быть осуществлена согласно п. 6.3.2. При этом задействуется т.н. mediaWhitePointTag (тэг белой точки носителя изображения), в котором согласно спецификации CIE от 1931 г. XYZ-значения белой точки носителя изображения представлены в PCS. Практически данный вид цветопередачи может быть реализован с использованием media-relative colorimetric intent-преобразования, когда PCS-значения mediaWhitePointTag целевого профайла нормируются на значения mediaWhitePointTag профайла-источника.

Как определено в п. 9.2.25, mediaWhitePointTag профайлов мониторов приравнивается к белой точке PCS (также п. 6.3.4.3), но если к PCS-значениям применен расчет хроматической адаптации, то этот же расчет должен быть применен и к тэгу белой точки. Если белая точка монитора уравнена с белой точкой других носителей, mediaWhitePointTag должен быть уравнен с белой точкой PCS.

Примечание 1: преобразования, выполняемые при абсолютной колориметрически точной цветопередаче, предполагают, что колориметрия оригинала выполнена относительно гипотетического идеального отражающего (или пропускающего) рассеивателя (профайлы устройств ввода) или что цветовая репродукция выполнена также относительно идеального отражающего или пропускающего рассеивателей (профайлы устройств вывода).

Примечание 2: С того момента, как колориметрические данные были нормированы на трехстимульные значения идеального отражающего рассеивателя, рассматриваемого в свете какого-либо источника, данное определение абсолютной колориметрически точной цветопередачи в лексике CIE будет звучать как «относительная колориметрия».

6.2.4 Цветопередача по общему восприятию (Perceptual intent)

При perceptual-преобразованиях значения PCS представляют собой гипотетическое измерение цветовой репродукции на гипотетическом эталонном носителе изображения, более того, в логике perceptual intent, PCS описывает репродукцию, которую на эталонном просмотрном месте рассматривает человек, адаптированный к этому месту. Точная схема реализации perceptual intent — прерогатива фирмы производителя программного обеспечения (vendor specific).

Примечание 1: эталонный носитель и эталонное просмотровое место описаны в 6.3.3.

Примечание 2: цветопередача по общему восприятию применяется тогда, когда не требуется получения колориметрически точной репродукции (к примеру, в фотореалистичных изображениях) и когда устройства ввода и вывода сильно отличаются друг от друга.

Примечание 3: при perceptual intent, использование эталонного носителя необходимо еще и для того, чтобы гарантировать согласованную и успешную работу профайлов, изготовленных разными программами. Но поскольку исполнение perceptual intent разными производителями неодинаково — результаты работы будут разными при разных комбинациях профайлов.

6.2.5 Цветопередача по насыщенности (Saturation intent)

Точная схема gamut mapping при цветопередаче по насыщенности — прерогатива программы построения профайлов (vendor specific). Saturation intent жертвует точностью передачи цветового тона (hue) ради сохранения максимальной насыщенности цветов.

6.3 Пространство связи профайлов

6.3.1 Хроматическая адаптация (Chromatic adaptation)

Цветность D50-осветителя PCS, утвержденного ISO 3664, должна определять хроматическую адаптацию.

6.3.2 Колориметрическая спецификация

Параметры колориметрических измерений (представляемых пространству связи профайлов [PCS] и другим цветовым пространствам, определенным в данной спецификации) должны быть основаны на ISO 13655. Колориметрия не должна иметь каких-либо бликов и иных дефектов, вызванных неадекватностью оптической и/или осветительной системы измерительного прибора, и должна использовать нормальные отражающие поверхности и предписанную геометрию измерения.

Кодирование PCS основано на относительной колориметрии, когда CIE-абсолютные трехстимульные значения нормируются на трехстимульные значения осветителя, а значения идеального отражающего (пропускающего) рассеивателя нормируются на трехстимульные значения фактического носителя (подложки), освещенного эталонным осветителем. Для цветопередачи по общему восприятию колориметрия должна быть рассчитана по эталонному носителю (см. п. 6.3.3).

Переход от XYZ-данных относительной колориметрии (XYZ_r) к данным абсолютной колориметрии (XYZ_a) осуществляется по формуле:

$$X_a = \left(\frac{X_{mw}}{X_i} \right) X_r$$

$$Y_a = \left(\frac{Y_{mw}}{Y_i} \right) Y_r$$

$$Z_a = \left(\frac{Z_{mw}}{Z_i} \right) Z_r$$

где XYZ_{mw} — трехстимульные значения белой точки устройства, прописанные в mediaWhitePointTag; XYZ_i — трехстимульные значения D50-осветителя (X=0,9642, Y=1, Z=0,8249).

Примечание: для perceptual intent трехстимульные значения фактического носителя изображения нормируются на трехстимульные значения эталонного носителя согласно п. 6.3.3.

Когда значения PCS кодируются в CIELAB-значениях, последние обычным путем вычисляются из относительных значений XYZ (media-relative tristimulus values). Отметим, что:

$$\frac{X}{X_n} \text{ заменен на } \frac{X_r}{X_i} \text{ или } \frac{X_a}{X_{mw}}$$
$$\frac{Y}{Y_n} \text{ заменен на } \frac{Y_r}{Y_i} \text{ или } \frac{Y_a}{Y_{mw}}$$

$$\frac{Z}{Z_n} \text{ заменен на } \frac{Z_r}{Z_i} \text{ или } \frac{Z_a}{Z_{mw}}$$

Примечание: подробности см. в Приложении А.

6.3.3 Эталонное просмотровое место и эталонный носитель изображений для perceptual rendering intent

Поскольку основным предназначением perceptual intent является масштабирование цветового охвата, сжимающее исходный охват до (или внутрь) границ охвата выводного устройства — желательно, чтобы границы охвата PCS были четко оговорены. Поскольку эти границы зависят как от носителей изображения, так и от условий просмотра, тем и другим необходимо дать недвусмысленное определение. Это определение следующее:

Эталонное просмотровое место основано на стандартных условиях просмотра P2 (принятых для графики и фотографии в ISO 3664) и дополненных понятием «усредненного» окружения, при котором освещение изображения аналогично освещению всего помещения. Непосредственное окружение изображения должно быть матовым с нейтральным коэффициентом отражения 20%. Эталонное просмотровое место должно иметь уровень блеска, равный 0,0075 (3/4%) от яркости эталонного носителя, находящегося в эталонных условиях просмотра (то есть 1,06 cd/m²).

Если фактическое просмотровое место отличается от эталонного, то perceptual intent обязан компенсировать это отличие.

Примечание 1: ISO 3664 фиксирует practical-освещение для оценки печатных оттисков на уровне 500 lux (P2), что типично для дома и офиса. Полагают, что такие условия более всего подходят для определения эталонного просмотрового места.

Эталонный носитель определен как гипотетический отпечаток, выполненный на подложке с нейтральным коэффициентом отражения 89%. Самый темный участок отпечатка на данном носителе имеет нейтральный коэффициент отражения 0,30911%, что составляет 0,34731% коэффициента отражения подложки: соответственно это будут белая и черная точки эталонного носителя (white point, black point).

Примечание 2: таким образом, линейный динамический диапазон эталонного носителя будет равен 287,9:1, а диапазон плотностей 2,4593.

6.3.4 Кодирование PCS

6.3.4.1 Общие положения

Ранее было показано, что для кодирования PCS были определены CIEXYZ- или CIELAB-значения. CIEXYZ-значения должны кодироваться в 16 бит, CIELAB-значения — в 8 или в 16 бит.

Примечание 1: два варианта кодирования позволяют устранить противоречие между требованиями точности цветопередачи с одной стороны, и необходимостью экономии ресурсов — с другой. Заголовок профайла в обоих случаях одинаков. Двухвариантность кодирования существенно повышает функциональность системы управления цветом и дает колоссальную гибкость в решении пользовательских задач, таких, как обеспечение высокой точности цветопередачи и экономии ресурсов памяти компьютера.

Примечание 2: важно понимать, что кодирование PCS не является его квантованием и что цель кодирования состоит в возможности позиционировать точки внутри этого пространства. Последнее выгодно с тех позиций, что интерполированные результаты AtoB-преобразований будут использованы как вход для преобразований BtoA. Результаты AtoB-преобразований не должны округляться до ближайшего кодового значения. (AtoB- и BtoA-преобразования описаны в п.п. 10.10 и 10.11)

6.3.4.2 Основы PCS-кодирования

Для кодирования CIEXYZ каждый из компонентов (X, Y, и Z) кодируется как u1Fixed15-значение.

Наибольшие действительные значения XYZ — это значения осветителя PCS, прописанного в заголовке профайла.

Примечание 1: для D50-осветителя наибольшие действительные значения XYZ — это X=0,9642; Y=1,0; Z=0,8249, или коды 7B6Bh, 8000h, 6996h соответственно. Важно, что трехстимульные значения осветителя PCS записываются в формате s15Fixed16, поэтому их переводят в формат u1Fixed15, дабы найти закодированные пределы PCS.

Для PCS CIELAB кодирование значений L* отлично от кодирования значений a* и b*. Значения L* кодируются согласно таблице 8.

Таблица 8 — Кодирование CIELAB L*

Значение L*	8 бит	16 бит
0	00h	0000h
100,0	FFh	FFFFh

Кодирование значений a* и b* показано в таблице 9.

Таблица 9 — Кодирование CIELAB a* или b*

Значение a* или b*	8 бит	16 бит
-128,0	00h	0000h
0	80h	8080h
127,0	FFh	FFFFh

Примечание 2: данное кодирование — это не «двоично-дополненное» кодирование, а линейное масштабирование после 128-й ячейки. Такой способ кодирования был выбран для предотвращения возможного нарушения непрерывности при переходе от отрицательных значений к положительным.

Примечание 3: возможна конверсия между 8-ми и 16-битным кодированием за счет умножения или деления на 257 (см. прим. 4).

Примечание 4: результатами 16-битного кодирования L*, a* и b* пользуются только тэги класса lut16 и класса namedColor2, что обеспечивает совместимость профайлов с их предыдущей версией (версия 2). Как избежать ошибок при 16-битном кодировании, описано в «Lut16» пункта 10.8

6.3.4.3 Кодирование белого и черного в PCS

Для преобразований по media-relative colorimetric, perceptual и saturation intents трехстимульные значения белых точек фактического и эталонного носителей изображения прописываются в PCS XYZ- и PCS L*a*b*-форматах, как показано в таблице 10. Исключение составляет ICC-absolute colorimetric.

Таблица 10 — Кодирование белой точки

Ось	Значение	8-битная кодировка	16-битная кодировка
L*	100	FFh	FFFFh
a*	0	80h	8080h
b*	0	80h	8080h

Ось	Значение	Кодировка
X	0,9642	7B6Bh
Y	1,0000	8000h
Z	0,8249	6996h

Для преобразований по media-relative colorimetric intent абсолютный поглотитель (гипотетическая поверхность, коэффициент отражения которой равен нулю) представлен в PCS XYZ- и PCS L*a*b*-форматах, как показано в таблице 11, а прочие возможные значения коэффициента отражения линейно шкалируются в PCS XYZ.

Таблица 11 — Кодирование абсолютного поглотителя

Ось	Значение	8-битная кодировка	16-битная кодировка
L*	0	00h	0000h
a*	0	80h	8080h
b*	0	80h	8080h

Ось	Значение	Кодировка
X	0,0	0000h
Y	0,0	0000h
Z	0,0	0000h

Для преобразований по perceptual и saturation черная точка эталонного носителя представлена в PCS XYZ- и PCS L*a*b*-форматах, показанных в таблице 12, и в этом случае ее принято называть «перцепционной черной точкой» (perceptual black point).

Таблица 12 — Кодирование черной точки эталонного носителя

Ось	Значение	8-битная кодировка	16-битная кодировка
L*	3,1373	08h	0808h
a*	0	80h	8080h
b*	0	80h	8080h

Ось	Значение	Кодировка
X	0,003357	006Eh
Y	0,003479	0072h
Z	0,002869	005Eh

Примечание 1: из-за недостаточной точности величина Y кодируется как 114 (0072h), что неполностью соответствует L*, закодированной как 8 (08h).

Примечание 2: до выхода четвертой версии ICC-спецификации черная точка PCS при perceptual-преобразованиях часто приравнивалась к нулю, что не соответствовало данной спецификации. Для выполнения perceptual-преобразований по сегодняшней схеме необходимо, чтобы черная точка была приравнена к черной точке эталонного носителя, белая точка оставлена неизменной, а все прочие трехстимульные значения линейно шкалированы в XYZ по формулам:

$$X_p = X_t \left(1 - \frac{X_b}{X_i} \right) + X_b$$

$$Y_p = Y_t \left(1 - \frac{Y_b}{Y_i} \right) + Y_b$$

$$Z_p = Z_t \left(1 - \frac{Z_b}{Z_i} \right) + Z_b$$

где:

X_t, Y_t, Z_t — исходные XYZ-данные;

X_b, Y_b, Z_b — XYZ-значения перцепционной черной точки PCS (X = 0,003357, Y = 0,003479, Z = 0,002869);

X_i, Y_i, Z_i — XYZ-значения белой точки PCS (X = 0,9642, Y = 1,0000, Z = 0,8249);

X_p, Y_p, Z_p = результирующие XYZ-значения.

6.4 Конверсия между CIE XYZ- и CIE LAB-кодированием

Конверсия между CIE XYZ- и CIE LAB-кодированием использует формулы, прописанные в CIE 15.2 (см. п. А3 из Приложения А), при этом некоторые цвета диапазона CIE XYZ-кодирования оказываются за границами диапазона кодирования CIE LAB, поэтому, когда требуется преобразование из CIE XYZ в CIE LAB, эти цвета отсекаются (clipping) на оси PCS LAB.

7 Требования к профайлам

7.1 Общие положения

ICC-профайл, как самостоятельный файл, в указанной ниже последовательности, включает в себя следующие элементы:

а) 128-байтовый заголовок профайла, описанный в п. 7.2;

б) таблицу тэгов профайла, описанную в п. 7.3;

в) внутритэговые данные, описанные в п. 7.4.

См. рис. 6.

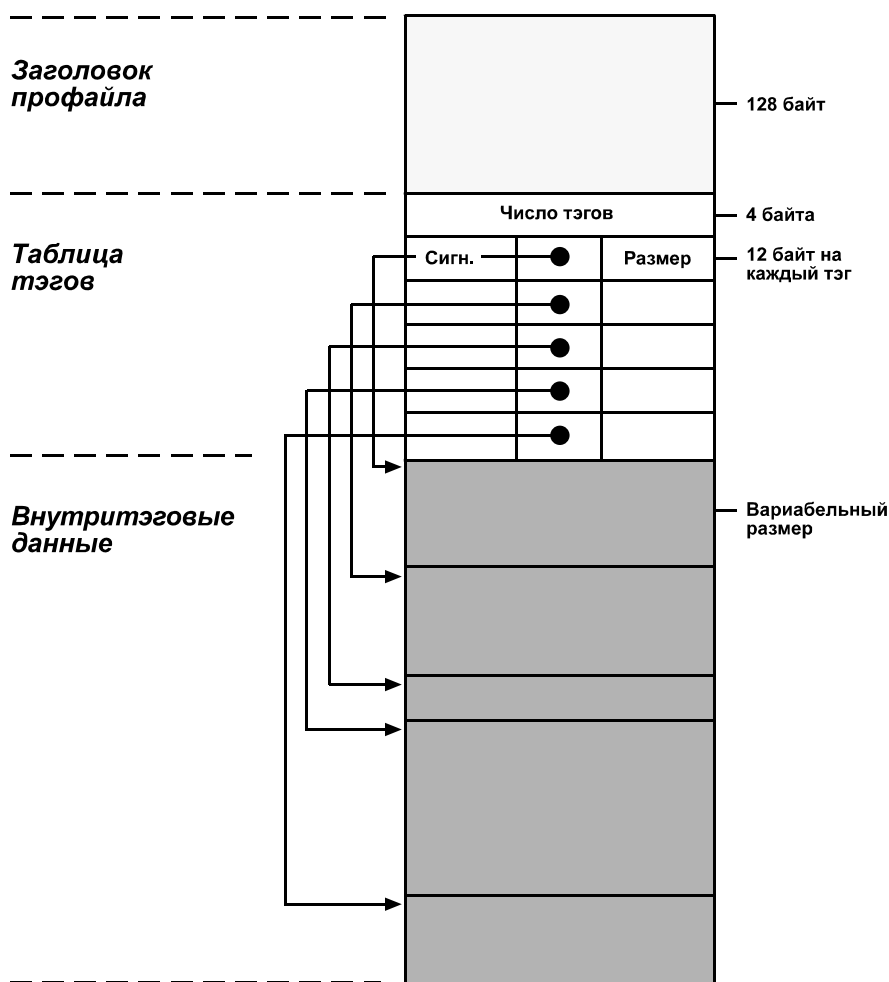


Рис. 6 — структура заголовка профайла

Необходимые тэги для каждого класса профайлов описаны в п. 8. Определение всех тэгов общего пользования и их сигнатур дано в п. 9. Классы тэгов определены в п. 10.

В рамках структуры профайла:

- все данные профайла должны кодироваться с прямым порядком байтов (big-endian);
- первый блок внутритэговых данных должен идти непосредственно за таблицей тэгов;
- вся внутритэговая информация, включая последний тэг, должна дополняться не более чем тремя последовательными байтами для достижения 4-байтовой границы;
- все байты должны быть NULL (ISO 646, символ 0/0).

Примечание 1: сказанное подразумевает, что длина должна быть больше четырех.

Примечание 2: предлагаемая структура дает выигрыш по двум позициям:

- в случае построения двух профайлов с одинаковыми тэговыми данными, контрольная сумма все равно разная и сведена к минимуму;
- сведен к минимуму размер профайлов.

7.2 Заголовок профайла

7.2.1 Общие требования

Заголовок профайла (длина которого 128 байт) состоит из 18 полей и несет в себе информацию, необходимую системе для быстрого поиска и сортировки ICC-профайлов. В таблице 13 представлены: позиция байтов, длина поля и содержимое каждого элемента заголовка. Кодирование полей будет описано ниже (см. пункты с 7.2.2 по 7.2.19).

Примечание 1: фиксированная длина заголовка в профайле обеспечивает эффективную работу программ поиска и сортировки.

Примечание 2: для преобразований цветового пространства, а также абстрактных профайлов (см. пункты 8.7 и 8.8), некоторые из этих полей не нужны и могут быть выставлены на ноль.

Таблица 13 — Поля заголовка профайла

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое поля	Кодируется как:
0...3	4	Размер профайла	UInt32-значение
4...7	4	Рекомендуемый СММ	См. п. 7.2.3
8...11	4	Версия профайла	См. п. 7.2.4
12...15	4	Класс устройства	См. п. 7.2.5
16...19	4	Цветовое пространство данных (или производное от него) — то есть «протокольное входное пространство» («the canonical input space»)	См. п. 7.2.6
20...23	4	Пространство связи профайлов (PCS) — то есть «протокольное выходное пространство» («the canonical output space»)	См. п. 7.2.7
24...35	12	Дата и время создания профайла	dateTime-значение
36...39	4	"acsp" (61637370h) файл сигнатуры профайла	См. п. 7.2.9
40...43	4	Первичная компьютерная платформа	См. п. 7.2.10
44...47	4	Метки для СММ, указывающие то, как распределить работу и построить кэш	См. п. 7.2.11
48...51	4	Изготовитель устройства	См. п. 7.2.12
52...55	4	Модель устройства	См. п. 7.2.13
56...63	8	Особенности устройства, в частности тип носителя изображения	См. п. 7.2.14
64...67	4	Цветопередача	См. п. 7.2.15
68...79	12	XYZ-значения осветителя PCS (должен соответствовать D50)	XYZ-значение
80...83	4	Сигнатура программы, построившей профайл	См. п. 7.2.17
84...99	16	Идентификационный номер профайла	См. п. 7.2.18
100...127	28	Резерв на будущее (должны быть проставлены нули (3/0 согласно ISO 646))	--

7.2.2 Поле «Размер профайла» (байты от 0 до 3)

Точное значение поля размера профайла задается объединением точных размеров заголовка профайла, таблицы тэгов, внутритэговой информации, включая байты клавиатуры вплоть до последнего тэга включительно. Кодируется как UInt32-значение.

7.2.3 Поле «Рекомендуемый СММ» (байты от 4 до 7)

Это поле может использоваться для того, чтобы задействовать рекомендованный СММ (использование должно соответствовать сигнатуре класса СММ, зарегистрированного ICC — см. п. 2), но если никакого рекомендованного СММ не обнаружено, данная область должна быть установлена на ноль (00000000h).

7.2.4 Поле «Версия профайла» (байты от 8 до 11)

Версия, с которой совместим данный профайл, должна быть закодирована как двоично-десятичное число в поле «Версия профайла». Первый байт (байт 8) должен идентифицировать т.н. большой пересмотр версии спецификации профайлов, байт 9 — малый пересмотр, а также пересмотр багфиксов в каждой четырехбитовой половине байта. Разделение на большой и малый пересмотры установлено ИСС. Номер профайла данной версии стандарта — 4.2.0.0 (кодируется как 04200000h).

Байты 10 и 11 зарезервированы и должны быть установлены на ноль.

Примечание: изменения в позицию большого пересмотра вносятся только тогда, когда изменения спецификации привели к необходимости модернизации СММ и программ построения профайлов (в целях обеспечения совместимости с новой версией спецификации). Изменения в позицию малого пересмотра вносятся тогда, когда изменения в спецификации таковы, что данный СММ все еще может корректно работать с новым профайлом. К примеру, добавка нового обязательного тэга требует большого пересмотра спецификации, тогда как добавка дополнительного тэга — лишь малого.

7.2.5 Поле «Класс устройства» (байты от 12 до 15)

Данное поле должно содержать один из классов профайлов, показанных в таблице 14.

Существует три основных класса профайлов устройств: профайлы устройств ввода, профайлы мониторов и профайлы устройств вывода. К трем основным классам добавлены еще четыре дополнительных класса: профайлы жесткой связи устройств (DeviceLink-профайлы), абстрактные профайлы, профайлы конверсии цветовых пространств и профайлы спотовых (именованных) цветов. Дополнительные профайлы предназначены как для стандартной работы СММ, так и для обеспечения удобства его работы, когда СММ может использовать профайлы этих классов для хранения уже выполненных расчетов по цветовым преобразованиям.

Таблица 14 — Классы профайлов

Класс профайла	Сигнатура	Шестнадцатеричный код
Профайлы устройств ввода	'scnr'	73636E72h
Профайлы мониторов	'mnr'	6D6E7472h
Профайлы устройств вывода	'prtr'	70727472h
DeviceLink-профайлы	'link'	6C696E6Bh
Профайлы конверсии цветовых пространств	'spac'	73706163h
Абстрактные профайлы	'abst'	61627374h
NamedColor-профайлы	'nmcl'	6E6D636Ch

7.2.6 Поле «Цветовое пространство данных» (байты от 16 до 20)

Это поле должно содержать сигнатуру используемого цветового пространства данных. Названия и сигнатуры дозволённых цветовых пространств показаны в таблице 15.

Таблица 15 — Цветовые пространства данных

Цветовое пространство	Сигнатура	Шестнадцатеричный код
XYZ-данные	'XYZ'	58595A20h
Lab-данные	'Lab'	4C616220h
Luv-данные	'Luv'	4C757620h
YCbCr-данные	'YCb'	59436272h

Yxy-данные	'Yxy'	59787920h
rgb-данные	'RGB'	52474220h
gray-данные	'GRAY'	47524159h
hsv-данные	'HSV'	48535620h
hls-данные	'HLS'	484C5320h
стук-данные	'CMYK'	434D594Bh
стм-данные	'CMY'	434D5920h
2color-данные	'2CLR'	32434C52h
3color-данные (если не вышеупомянутые)	'3CLR '	33434C52h
4color-данные (если не вышеупомянутые)	'4CLR '	34434C52h
5color-данные	'5CLR '	35434C52h
6color-данные	'6CLR '	36434C52h
7color-данные	'7CLR '	37434C52h
8color-данные	'8CLR '	38434C52h
9color-данные	'9CLR '	39434C52h
10color-данные	'A CLR '	41434C52h
11color-данные	'B CLR '	42434C52h
12color-данные	'C CLR '	43434C52h
13color-данные	'D CLR '	44434C52h
14color-данные	'E CLR '	45434C52h
15color-данные	'F CLR '	46434C52h

7.2.7 Поле «Пространство связи профайлов» (байты от 20 до 23)

Для всех классов профайлов (см. табл. 14), кроме DeviceLink-профайлов, пространство связи — это либо XYZ-, либо Lab-данные, сигнатуры которых должны быть такими, как показано в таблице 15. Для DeviceLink-профайлов значения PCS должны соответствовать пространствам из таблицы 15.

7.2.8 Поле «Дата и время создания профайла» (байты от 24 до 35)

Данное поле должно содержать дату и время создания профайла. Кодировается как dateTime-значение.

7.2.9 Поле «Сигнатура файла профайла» (байты от 36 до 39)

Данное поле должно содержать значение «аср» (61637379h) как сигнатуру файла профайла.

7.2.10 Поле «Первичная компьютерная платформа» (байты от 40 до 43)

Данное поле служит для идентификации компьютерной платформы, в среде которой был создан профайл. Компьютерные платформы и их сигнатуры показаны в таблице 16, но если нет никакой первичной платформы, это поле должно быть установлено на ноль (00000000h).

Таблица 16 — Первичная компьютерная платформа

Первичная платформа	Сигнатура	Шестнадцатеричный код
Apple Computer, Inc.	'APPL'	4150504Ch
Microsoft Corporation	'MSFT'	4D534654h
Silicon Graphics, Inc.	'SGL'	53474920h
Sun Microsystems, Inc.	'SUNW'	53554E57h

7.2.11 Поле «Метки профайла» (Байты от 44 до 47)

Данное поле содержит метки с различными хинтами для CMM, подсказывающими, к примеру, то, как распределить работу или организовать кэш. Наименьшие значащие 16 битов зарезервированы для ICC. Метки позиций 1 и 0 используются согласно таблице 17.

Таблица 17 — Метки профайла

Позиция бита	Длина поля (в битах)	Содержимое поля
0	1	Прикрепленный профайл (0 — если не прикреплен; 1 — если прикреплен)
1	1	Профайл не может быть использован независимо от цветовых данных файла, к которому прикреплен (1 — true; 2 — false)

7.2.12 Поле «Изготовитель устройства» (байты от 48 до 51)

Данное поле служит для идентификации изготовителя устройства. Если используется сигнатура — она должна соответствовать сигнатуре, содержащейся в соответствующем разделе реестра сигнатур ICC, которую можно найти на www.color.org (см. пункт 2). Если не используется — данное поле должно быть установлено на ноль (00000000h).

7.2.13 Поле «Модель устройства» (байты от 52 до 55)

Данное поле служит для идентификации модели устройства. Если используется сигнатура — она должна соответствовать сигнатуре, содержащейся в соответствующем разделе реестра сигнатур ICC (www.color.org) (см. пункт 2). Если не используется — данное поле должно быть установлено на ноль (00000000h).

7.2.14 Поле «Особенности устройства» (байты от 56 до 63)

Данное поле содержит метки идентификации особенностей устройства, которое описывает данный профайл. Наименьшие значащие 32 бита из 64 зарезервированы ICC. Метки в позициях от 0 до 3 используются согласно таблице 18.

Таблица 18 — Метки профайла

Позиция бита	Длина поля (в битах)	Атрибут
0	1	Отражающий (0) или прозрачный (1)

1	1	Глянцевый (0) или матовый (1)
2	1	Позитивный (0) или негативный (1)
3	1	Цветной носитель (0), черно-белый носитель (1)

Примечание: обращаем внимание, что биты 0, 1, 2 и 3 описывают носитель изображений, но не сам аппарат. К примеру, если речь идет о профайле цветного сканера, в который загружена черно-белая пленка, то устанавливается 3, причем независимо от того, каково значение в поле «Цветовое пространство данных» (см. 7.2.6). Если к носителю неприменимо понятие «цветной» или «черно-белый», как, скажем, к бумаге для струйных принтеров, то репродукция становится свойством устройства. Таким образом, можно говорить, что у струйного принтера с цветным картриджем — цветной носитель.

7.2.15 Поле «Цветопередача» (байты от 64 до 67)

Данное поле определяет вариант цветопередачи, который должен использоваться по умолчанию (или использовался в случае DeviceLink-профайла) при взаимодействии профайла с другим профайлом. В цепочке, состоящей более чем из двух профайлов, сказанное применимо к связке из первых двух и следующему профайлу, но не к сплошной последовательности профайлов. Но, как правило, пользователь (или приложение) в процессе работы самостоятельно выбирают тот или иной вариант цветопередачи. Данная метка ни на что не окажет влияния, пока профайл не будет использован в некоем жестком контексте, например, в случае DeviceLink или прикрепленного профайла источника.

Данное поле — ulnt32-значение, в котором наименьшие значения 16 битов используются для кодирования цветопередачи. Наибольшие значения 16 битов должны быть установлены на ноль (0000h).

Определены четыре варианта цветопередачи: perceptual, media-relative colorimetric, saturation и ICC-absolute colorimetric, которые идентифицируются по значениям таблицы 19.

Таблица 19 — Цветопередача

Цветопередача	Значение
Perceptual	0
Media-Relative Colorimetric	1
Saturation	2
ICC-Absolute Colorimetric	3

7.2.16 Поле «XYZ-значения осветителя PCS» (байты от 68 до 79)

Данное поле должно содержать CIEXYZ-значения осветителя PCS и кодироваться как XYZ-значение, но на сегодня единственным источником, разрешенным для PCS, является D50-осветитель (где X = 0,9642; Y = 1,0 и Z=0,8249). Подробности см. в Приложении А.

7.2.17 Поле «Сигнатура программы, построившей профайл» (байты от 80 до 83)

Данное поле используется для идентификации программы, построившей профайл.

Если используется сигнатура — она должна соответствовать сигнатуре, содержащейся в соответствующем разделе реестра сигнатур ICC (www.color.org) (см. пункт 2). Если не используется — данное поле должно быть установлено на ноль (00000000h).

7.2.18 Поле «Идентификационный номер профайла» (байты от 84 до 99)

Данное поле должно использоваться для записи контрольной суммы, которая (если используется) должна быть вычислена по дактилоскопическому методу MD5, описанному в Internet RFC 1321. Для вычисления ID полноценного профайла (то есть имеющего заголовок с заполненными полями) необходимо временно обнулить значения в полях:

Profile Flags (байты от 44 до 47 — см. 7.2.11),
 Rendering intents (байты от 64 до 67 — см. 7.2.15),
 Profile ID (байты от 84 до 99 — см. 7.2.18).

Если ID не рассчитан, значения должны быть выставлены на ноль.

Примечание: настоятельно рекомендуется, чтобы программы вычисляли и записывали идентификационный номер.

7.2.19 Резервные поля (байты от 100 до 127)

Зарезервированы для будущих версий ИСС-профайлов и должны быть выставлены на ноль.

7.3 Таблица тэгов

7.3.1 Краткий обзор

Данная таблица действует как оглавление для тэгов и индексов внутритэговой информации профайлов и состоит из четырехбайтовой записи, которая содержит графу номеров тэгов в таблице и сопровождается соседней 12-байтовой записью на каждый тэг. Таким образом, таблица имеет $4 + 12n$ байтов, где n — номер тэга в профайле. Записи тэгов в пределах таблицы не имеют обязательной последовательности расположения и не обязаны соответствовать последовательности блоков внутритэговой информации в пределах профайла.

Каждая 12-байтовая запись в графе содержит:

- четырехбайтовую сигнатуру,
- четырехбайтовый адрес для определения начала внутритэговой информации,
- четырехбайтовую запись, идентифицирующую байтовый объем внутритэговой информации. Таблица 20 иллюстрирует структуру таблицы тэгов.

Таблица 20 — Структура таблицы тэгов

Ячейка	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодировка
0-3	4	Порядковый номер тэга	
4-7	4	Сигнатура тэга	
8-11	4	Адрес начала внутритэговой информации	uint32-значение
12-15	4	Размер внутритэговой информации	uint32-значение
16- (12n+3)	12n	Сигнатура, ячейка и размер n-следующих тэгов.	

Примечание: байтовые ячейки таблицы 20 показаны относительно 128-байтового заголовка, то есть, таблица начинается в 128-й позиции байта.

Пункты 7.3.2 и 7.3.5 определяют позицию и содержание записей, составляющих таблицу тэгов.

7.3.2 Порядковый номер тэга (позиция байта 0 — 3)

Байт от 0 до 3 определяет порядковые номера тэгов в таблице, кодируемые как uint32-значение.

7.3.3 Сигнатура тэга (позиция байта 4 — 7 с повтором)

Позиция байта 4 — 7 (и повтор 12-байтовых интервалов) задает сигнатуру обязательных тэгов, перечисленных в п. 9, или частных тэгов. Сигнатуры частных тэгов регистрируются ИСС согласно п. 2.

7.3.4 Адрес начала внутритэговой информации (позиция байта 8 — 11 с повтором)

Позиция байта 4 — 7 (и повтор 12-байтовых интервалов) задает адрес начала внутритэговой информации относительно начала потока данных в профайле (последний имеет нулевой адрес), кодируемый как uint32-значение.

Примечание: для неприкрепленных профайлов указанный номер тот же, что и адрес файла.

Все элементы внутритэговой информации должны начинаться на 4-байтовой границе (относительно начала потока данных в профайле), а два наименьших значащих бита каждого адреса должны быть обнулены. Это означает, что тэг, начинающийся с 32-битового значения, будет должным образом расположен, не задеиствуя при этом тэговый хендлер, который «знает» содержание данного тэга.

7.3.5 Объем внутритэговой информации (позиция байта 12 — 15 с повтором)

Объем внутритэговой информации в байтах кодируется как uint32-значение, которое должно быть числом фактических байтов, исключая пустые концовки.

7.4 Внутритэговые данные

Первый блок внутритэговых данных должен идти сразу же за таблицей тэга, и вся внутритэговая информация, включая последний блок, должна дополняться не более чем тремя пустыми байтами для достижения 4-байтовой границы.

Размер отдельных элементов и совокупный объем всех внутритэговых данных должен быть ограничен 32 битами для адресов внутритэговых данных и 32 битами для самих внутритэговых данных.

8 Обязательные тэги

8.1 Краткий обзор

Данный пункт описывает обязательные тэги каждого класса профайлов в дополнение к заголовкам, описанным в п. 7.2 (обязательные тэги также представлены в таблице Приложения G).

Примечание: профайлы могут включать в себя дополнительные тэги, которые не вошли в данный пункт в качестве обязательных. Здесь перечислены лишь те тэги, которые необходимы для создания валидного профайла каждого класса.

Обязательное использование ряда тэгов необходимо для обеспечения основного уровня функциональности профайла: если в наличии нет специфического СММ, то обязательные тэги обеспечат дефолтный СММ всей полнотой информации, необходимой для выполнения нужных цветовых преобразований. Специфические варианты обязательных тэгов для каждого класса профайлов детально описаны в Приложении F.

Если информация, поставляемая обязательными тэгами, не может обеспечить должный уровень качества, то в совокупности с дополнительными и частными тэгами она будет вполне адекватна самым сложным задачам и моделям устройств.

8.2 Общие требования

За исключением DeviceLink, все профайлы должны включать в себя следующие тэги:

- тэг описания профайла (profileDescriptionTag) (см. п. 9.2.31),
- тэг авторского права (copyrightTag) (см. п. 9.2.15),
- тэг белой точки носителя (mediaWhitePointTag) (см. п. 9.2.25),
- тэг хроматической адаптации (chromaticAdaptationTag), который необходим в тех случаях, когда данные измерений используются для построения профайла, предназначенного не для D50-осветителя (см. п. 9.2.11).

Примечание: DeviceLink-профайл не обязан иметь ни mediaWhitePointTag, ни chromaticAdaptationTag.

Информация данного тэга может использоваться всеми профайлами при всех возможных вариантах цветопередачи.

Использование тэга media-relative colorimetric intent возможно после того, как рассчитана ICC-абсолютная колориметрия.

8.3 Профайлы устройств ввода (входные профайлы, input profiles)

8.3.1 Общие положения

Профайлы устройств ввода — это в основном профайлы сканеров и цифровых фотокамер.

Используются следующие виды входных профайлов:

- профайлы, основанные на N-component LUT (N-component LUT-based profiles),
- профайлы, основанные на трехкомпонентной матрице (Three-component matrix-based profiles),
- монохромные профайлы (Monochrome profiles).

8.3.2 Входные профайлы, основанные на N-component LUT

В дополнение к тэгам, перечисленным в п. 8.2, входной N-component LUT-профайл должен содержать тэг AToB0Tag (см. п. 9.2.1).

Тэги: AToB1Tag (см. п. 9.2.2), AToB2Tag (см. п. 9.2.3), BToA0Tag (см. п. 9.2.6), BToA1Tag (см. п. 9.2.7), BToA2Tag (см. п. 9.2.8) также могут быть включены во входной N-component LUT-профайл (их использование описано в табл. 21 пункта 9.1). Кроме того, в профайл может быть включен gamutTag (см. п.

9.2.18), методика использования которого идентична методике его использования профайлами устройств вывода .

8.3.3 Входные профайлы на основе трехкомпонентной матрицы (three-component matrix-based input profiles)

В дополнение к тэгам, перечисленным в 8.2, входной three-component matrix-профайл должен включать в себя:

redMatrixColumnTag (см. п.9.2.33),
greenMatrixColumnTag (см. п. 9.2.20),
blueMatrixColumnTag (см. п. 9.2.4),
redTRCTag (см. п. 9.2.34),
greenTRCTag (см. п. 9.2.21),
blueTRCTag (см. п. 9.2.5).

В three-component matrix-профайл также могут быть включены тэги: AToB0Tag (см. п. 9.2.1), AToB1Tag (см. п. 9.2.2), AToB2Tag (см. п. 9.2.3), BToA0Tag (см. п. 9.2.6), BToA1Tag (см. п. 9.2.7), BToA2Tag (см. п. 9.2.8), и если эти тэги функциональны, их использование должно соответствовать таблице 21 пункта 9.1.

Кроме того, в профайл может быть включен gamutTag (см. п. 9.2.18), методика использования которого идентична методике его использования профайлами устройств вывода.

В матричных профайлах пространство связи кодируется только как CIEXYZ. Такие профайлы применимы к устройствам, имеющим трехкомпонентное цветовое пространство, то есть XYZ.

Примечание: если в качестве PCS кодируется CIELAB, входной профайл должен быть не матричным, а N-component LUT-профайлом, содержащим AToB0Tag (см. п. 8.3.2).

Система вычислений для three-component matrix-профайла будет описана в п. F.2.

8.3.4 Монохромные входные профайлы (monochrome input profiles)

В дополнение к тэгам, перечисленным в 8.2, монохромный входной профайл должен включать в себя:

grayTRCTag (см. 9.2.19).

Тэги: AToB0Tag (см. п. 9.2.1), AToB1Tag (см. п. 9.2.2), AToB2Tag (см. п. 9.2.3), BToA0Tag (см. п. 9.2.6), BToA1Tag (см. п. 9.2.7), BToA2Tag (см. п. 9.2.8) также могут быть включены во входной монохромный профайл (их использование описано в табл. 21 пункта 9.1).

Система вычислений для grayTRCTag входного профайла будет описана в п. F.1.

8.4 Профайлы мониторов (Display profiles)

8.4.1 Общие положения

Данный класс профайлов описывает устройства отображения (мониторы).

Используются: N-component LUT-профайлы, three-component matrix-профайлы и monochrome-профайлы.

8.4.2 N-component LUT-профайлы мониторов

В дополнение к тэгам, перечисленным в п. 8.2, N-component LUT-профайл монитора¹ должен включать в себя:

AToV0Tag (см. п. 9.2.1),

VToA0Tag (см. 9.2.6).

Тэги: AToV1Tag (см. п. 9.2.2), AToV2Tag (см. п. 9.2.3), VToA1Tag (см. п. 9.2.7), VToA2Tag (см. п. 9.2.8) также могут быть включены в N-component LUT-профайл монитора (их использование описано в табл. 21 пункта 9.1). Кроме того, в профайл может быть включен gamutTag (см. п. 9.2.18), методика использования которого идентична методике его использования профайлами устройств вывода.

8.4.3 Профайлы мониторов на основе трехкомпонентной матрицы (three-component matrix-based display profiles)

В дополнение к тэгам, перечисленным в п. 8.2, three-component matrix-профайл монитора должен включать в себя:

redMatrixColumnTag (см.п. 9.2.33),

greenMatrixColumnTag (см. п. 9.2.20),

blueMatrixColumnTag (см. п. 9.2.4),

redTRCTag (см. п. 9.2.34),

greenTRCTag (см. п. 9.2.21),

blueTRCTag (см. п. 9.2.5).

Тэги: AToV1Tag (см. п. 9.2.2), AToV2Tag (см. п. 9.2.3), VToA1Tag (см. п. 9.2.7), VToA2Tag (см. п. 9.2.8) также могут быть включены в three-component matrix-профайл монитора (их использование описано в табл. 21 пункта 9.1). Кроме того, в профайл может быть включен gamutTag (см. п. 9.2.18), методика использования которого идентична методике его использования профайлами устройств вывода.

В матричных профайлах пространство связи кодируется только как CIEXYZ. Такой профайл применим к устройствам, имеющим трехкомпонентное цветовое пространство, то есть XYZ.

Примечание: если в качестве PCS кодируется CIELAB, входной профайл должен быть не матричным, а N-component LUT-профайлом монитора.

Система вычислений для three-component matrix-профайла будет описана в п. F.2.

8.4.4 Монохромные профайлы монитора (monochrome display profiles)

В дополнение к тэгам, перечисленным в 8.2, монохромный профайл монитора должен включать в себя следующий тэг:

grayTRCTag (см. п. 9.2.19).

Тэги: AToV0Tag (см. п. 9.2.1), AToV1Tag (см. п. 9.2.2), AToV2Tag (см. п. 9.2.3), VToA0Tag (см. п. 9.2.6), VToA1Tag (см. п. 9.2.7), VToA2Tag (см. п. 9.2.8) также могут быть включены в монохромный профайл монитора (их использование описано в табл. 21 пункта 9.1).

Система вычислений для grayTRCTag профайла монитора будет описана в п. F.1.

8.5 Профайлы устройств вывода (выходные профайлы, Output profiles)

8.5.1 Общие положения

Выходные профайлы используются для поддержки таких устройств, как принтеры и фильм-рекордеры. Доступны: N-component LUT-профайлы и monochrome-профайлы.

¹ В оригинале допущена опечатка: вместо display profile указан input profile. В переводе исправлено.

8.5.2 N-component LUT-профайлы вывода

В дополнение к тэгам, перечисленным в п. 8.2, N-component LUT-профайл вывода должен содержать следующие тэги:

AToB0Tag (см. п. 9.2.1),

AToB1Tag (см. п. 9.2.2),

AToB2Tag (см. п. 9.2.3),

BToA0Tag (см. п. 9.2.6),

BToA1Tag (см. п. 9.2.7),

BToA2Tag (см. п. 9.2.8),

gamutTag (см. п. 9.2.18),

colorantTableTag (см. п. 9.2.14) — для xCLR-цветовых пространств (см. 7.2.6).

ColorantTableTag — это обязательный тэг только для xCLR-цветовых пространств.

Колоранты могут именоваться в XYZ или в L*a*b*-значениях, то есть специфично их цветовому пространству, и никак иначе, потому что в противном случае выбор цветового пространства неочевиден.

8.5.3. Monochrome-профайлы вывода

В дополнение к тэгам, перечисленным в 8.2, монохромный профайл вывода должен содержать:

grayTRCTag (см. п. 9.2.19).

Тэги: AToB0Tag (см. п. 9.2.1), AToB1Tag (см. п. 9.2.2), AToB2Tag (см. п. 9.2.3), BToA0Tag (см. п. 9.2.6), BToA1Tag (см. п. 9.2.7), BToA2Tag (см. п. 9.2.8) также могут быть включены в монохромный профайл вывода (их использование описано в табл. 21 пункта 9.1).

Система вычислений для grayTRCTag выходного профайла будет описана в п. F.1.

8.6 DeviceLink-профайлы

DeviceLink-профайлы должны включать в себя:

profileDescriptionTag (см. п. 9.2.31),

copyrightTag (см. п. 9.2.15),

profileSequenceDescTag (см. п. 9.2.32),

AToB0Tag (см. п. 9.2.1),

colorantTableTag (см. п. 9.2.14) — для xCLR-цветовых пространств, где x — шестнадцатеричные значения от 2 до F (см. п. 7.2.6),

colorantTableOutTag (см. 9.2.14.1) — необходим лишь в том случае, если поле пространства связи профайлов — xCLR, где x — шестнадцатеричные значения от 2 до F (см. 7.2.6).

Данный профайл содержит заранее рассчитанное необратимое преобразование, которое представляет собой одностороннюю связь между устройствами, и поскольку данный профайл не описывает конкретное устройство, он не может быть прикреплен к файлу изображения.

Единственный AToB0Tag может содержать лишь один вариант цветопередачи (из четырех возможных), который фиксируется в заголовке профайла.

Поле цветового пространства данных (см. п. 7.2.6) в DeviceLink-профайле будет таким же, что и в первом профайле из серии профайлов, использованной для создания данного DeviceLink-профайла. Поле PCS будет тем же, что и поле цветового пространства данных последнего профайла серии.

Если в поле цветового пространства данных установлен xCLR, где x — шестнадцатеричные значения от 2 до F, то потребуется colorantTableTag (см. п. 9.2.14), описывающий имена и L*a*b*-координаты

входных колорантов (см. таблицу 15), потому что в противном случае выбор цветового пространства не очевиден.

Данные колорантов — это входные значения профайла. Соответственно, если в поле PCS установлен $xCLR$, где x — шестнадцатеричные значения от 2 до F, то потребуется `colorantTableOutTag` (см. п. 9.2.14.1), представляющий выходные колоранты (см. таблицу 15), где допустимы только $L^*a^*b^*$ -значения.

Примечание: тэг `colorantOrder`, обозначаемый 'clro', описывает порядок наложения колорантов в печати.

8.7 Профайл конверсии цветовых пространств (ColorSpace conversion profile)

В дополнение к тэгам, перечисленным в 8.2, профайл конверсии цветовых пространств должен включать в себя следующие тэги:

`VToA0Tag` (см. 9.2.6),

`AToV0Tag` (см. 9.2.1).

Данный профайл содержит информацию, релевантную цветовым преобразованиям между неаппаратными цветовыми пространствами и PCS, и не описывает никаких устройств.

`ColorSpace conversion`-профайлы могут быть прикреплены к файлам изображений.

В `colorSpace conversion`-профайлах аппаратно-зависимые поля должны быть выставлены на ноль.

Тэги: `AToV1Tag` (см.п. 9.2.2), `AToV2Tag` (см. п. 9.2.3), `VToA1Tag` (см. п. 9.2.7), `VToA2Tag` (см. п. 9.2.8) могут быть включены в `colorSpace conversion`-профайл. Их использование будет описано в таблице 21 (см. п. 9.1).

Также в профайл конверсии цветовых пространств может быть включен `gamutTag` (см. п. 9.2.18), методика использования которого идентична методике его использования профайлами устройств вывода.

8.8 Абстрактный профайл

В дополнение к тэгам, перечисленным в 8.2, абстрактный профайл должен включать в себя тэг:

`AToV0Tag` (см. 9.2.1).

Данный профайл описывает абстрактное цветовое преобразование из PCS в PCS и не имеет отношения к каким-либо устройствам.

Абстрактные профайлы не могут быть прикреплены к файлам изображений.

8.9 Профайл именованных цветов (спотовый профайл, Named color profile)

В дополнение к тэгам, перечисленным в 8.2, спотовый профайл должен включать в себя тэги класса:

`namedColor2Tag` (см. 9.2.26).

О спотовых профайлах можно говорить как о профайлах-"побратимах» профайлам устройств: к примеру, для данного устройства можно построить один-два профайла, выполняющих цветовые преобразования и один (или более) профайл для обработки спотовых цветов.

Тэг `namedColor2Tag` организует PCS и дополнительное аппаратное представление для каждого спотового цвета из имеющегося списка «спотов».

Спотовый профайл является аппаратно-зависимым и данные «спотов» специфичны устройству.

Можно строить множественные спотовые профайлы, описывающие отличия как в расходных материалах, так и в красках разных производителей.

Наличие PCS обеспечивает общую функциональность `color management`, что весьма полезно для экранного отображения и эмуляции «спотов».

Спотовый профайл рассчитывает точные аппаратные координаты (`device coordinates`) для каждого спотового цвета, а наличие PCS, сопряженного с выходным профайлом данного устройства, обеспечивает аппроксимацию этих координат. Точность аппроксимации — это функция точности выходного профайла и CMS, выполняющей преобразования.

Комбинация PCS с аппаратными данными обеспечивает гибкость системы, точность ее работы и взаимозаменяемость профайлов.

8.10 Приоритеты использования тэгов

Существует несколько методов цветопередачи, реализуемых одним CMM, но если профайл содержит более чем один метод, то программное обеспечение должно использовать алгоритм выбора, описанный ниже.

Для входных профайлов, профайлов мониторов, выходных профайлов и профайлов цветовых пространств приоритет в использовании тэгов для каждого метода цветопередачи следующий:

1. ВТоА0Tag, ВТоА1Tag, ВТоА2Tag, АТоВ0Tag, АТоВ1Tag или АТоВ2Tag.
 2. ВТоА0Tag или АТоВ0Tag.
 3. Тон-репродукционные тэги (redTRCTag, greenTRCTag, blueTRCTag или grayTRCTag) и колоранты (redMatrixColumnTag, greenMatrixColumnTag, blueMatrixColumnTag).
- Преобразование определяется валидным тэгом с наименьшим приоритетным числом.

9 Описание тэгов

9.1 Общие положения

Тэги общего пользования, принятые ICC, расположены в алфавитном порядке в списке п. 9.2. В первых четырех байтах всех тэгов, включая частные, имеется сигнатура, которая позволяет программам, прочитывающим профайл, определить характер информации, содержащейся в том или ином тэге. Каждая графа в п. 9.2 содержит сигнатуры, которые должны быть использованы для того или иного тэга, разрешенные классы тэгов (см. п. 10) и короткое описание назначения каждого тэга. Сводная таблица всех тэгов общего пользования (G.12) дана в Приложении G.

Тэги данной категории используются для построения всех возможных профайлов.

Сигнатура тэга указывает только тип данных и не сообщает ничего об использовании или назначении этих данных.

Пункт 8 детально описывает то, какие тэги должны быть включены в профайлы каждого класса. В качестве дополнительного может быть использован любой тэг, описанный в п. 9.2, если он принципиально не исключен из употребления данным классом профайлов.

Интерпретация некоторых тэгов контекстно зависима, и эта зависимость (описана в таблице 21) определяет использование вариантов цветопередачи исходя из основного класса профайла и типа устройства. Термин «неопределенный» означает, что использование тэга в данной ситуации не описано ICC и ICC не рекомендует включать эти тэги в состав профайлов, но если тэг все-таки присутствует, его используют по мере необходимости. В целом, тэги ВТоАхTag — это зеркальное отображение тэгов АТоВхTag. Обращаем внимание на то, что тэги АТоВ1Tag и ВТоА1Tag используются для реализации обоих вариантов колориметрически точной цветопередачи.

АТоВхTags и ВТоАхTags представляют собой модель, которая может включать в себя многомерную таблицу соответствий (multidimensional lookup table). Подробное описание модели см. в пп. 10.10 и 10.11.

9.2 Перечень тэгов

9.2.1 АТоВ0Tag

Сигнатура: 'A2B0' (41324230h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutAtoB

Определяет цветовое преобразование от устройства к PCS, используя структурный элемент тэга — таблицу соответствий (lookup table). Для большинства профайлов данное преобразование — perceptual rendering (см. табл. 21), механизм которого описан в lut8, или lut16, или lutAtoB (см. пп. 10.8, 10.9 и 10.10).

Таблица 21 — Класс профайла/тэг и цветопередача

Класс профайла	АТоВ0Tag	АТоВ1Tag	АТоВ2Tag	TRC/matrix и Gray TRC	ВТоА0Tag	ВТоА1Tag	ВТоА2Tag
Входной	От устройства к PCS: perceptual	От устройства к PCS: colorimetric	От устройства к PCS: saturation	colorimetric	От PCS к устройству: perceptual	От PCS к устройству: colorimetric	От PCS к устройству: saturation
Мониторы	От устройства к PCS: perceptual	От устройства к PCS: colorimetric	От устройства к PCS: saturation	colorimetric	От PCS к устройству: perceptual	От PCS к устройству: colorimetric	От PCS к устройству: saturation
Выходной	От устройства к PCS: perceptual	От устройства к PCS: colorimetric	От устройства к PCS: saturation	неопр.	От PCS к устройству: perceptual	От PCS к устройству: colorimetric	От PCS к устройству: saturation

Цветовых пространств	От цветового пространства к PCS: perceptual	От цветового пространства к PCS: colorimetric	От цветового пространства к PCS: saturation	неопр.	От PCS к цветовому пространству: perceptual	От PCS к цветовому пространству: colorimetric	От PCS к цветовому пространству: saturation
Абстрактный	От PCS к PCS	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.
DeviceLink	От устройства 1 к устройству 2 Цветопередача см. табл. 19	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.
Спотовый	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.	неопр.

9.2.2 AToB1Tag

Сигнатура: 'A2B1' (41324231h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutAtoB

Определяет цветовое преобразование от устройства к PCS, используя структурный элемент тэга — таблицу соответствий (lookup table).

Для большинства профайлов данное преобразование — colorimetric rendering (см. табл. 21), механизм которого описан в lut8, или lut16, или lutAtoB (см. пп. 10.8, 10.9 и 10.10).

9.2.3 AToB2Tag

Сигнатура: 'A2B2' (41324232h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutAtoB

Определяет цветовое преобразование от устройства к PCS, используя структурный элемент тэга — таблицу соответствий (lookup table).

Для большинства профайлов данное преобразование — saturation rendering (см. табл. 21), механизм которого описан в lut8, или lut16, или lutAtoB (см. пп. 10.8, 10.9 и 10.10).

9.2.4 BlueMatrixColumnTag

Сигнатура: 'bXYZ' (6258595Ah)

Класс тэга: XYZ

Третий столбец в матрице, используемой в TRC/matrix-преобразованиях.

9.2.5 BlueTRCTag

Сигнатура: 'bTRC' (62545243h)

Класс тэга: curve или parametricCurve

Тон-репродукционная кривая синего канала. Первый элемент кривой представляет отсутствие краски (белое) или полное несвечение люминофора (черное), а последний элемент — 100% краски (синей) или 100% свечения люминофора (синего).

9.2.6 BToA0Tag

Сигнатура: 'B2A0' (42324130h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutBtoA

Определяет цветовое преобразование от PCS к устройству, используя структурный элемент тэга — таблицу соответствий (lookup table). Для большинства профайлов данное преобразование — perceptual rendering (см. табл. 21), механизм которого описан в lut8, или lut16, или lutBtoA (см. пп. 10.8, 10.9 и 10.11).

9.2.7 BToA1Tag

Сигнатура: 'B2A1' (42324131h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutBtoA

Определяет цветовое преобразование от PCS к устройству, используя структурный элемент тэга — таблицу соответствий (lookup table). Для большинства профайлов данное преобразование — colorimetric rendering (см. табл. 21), механизм которого описан в lut8, или lut16, или lutBtoA (см. пп. 10.8, 10.9 и 10.11).

9.2.8 BToA2Tag

Сигнатура: 'B2A2' (42324132h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutBtoA

Определяет цветовое преобразование от PCS к устройству, используя структурный элемент тэга — таблицу соответствий (lookup table). Для большинства профайлов данное преобразование — saturation rendering (см. табл. 21), механизм которого описан в lut8, или lut16, или lutBtoA (см. пп. 10.8, 10.9 и 10.11).

9.2.9 CalibrationDateTimeTag

Сигнатура: 'calt' (63616C74h)

Класс тэга: dateTime

Дата и время создания профайла. Тэг позволяет приложениям и утилитам проверять профайл на его соответствие вендору и время создания профайла.

9.2.10 CharTargetTag

Сигнатура: 'targ' (74617267h)

Класс тэга: text

Содержит в себе параметры, при которых были получены данные характеристики устройства (либо данные измерений тест-карты), и необходим для того, чтобы большинство программ могло идентифицировать нестандартные данные характеристики устройства, выполнять преобразования «на лету» или сравнивать текущие показатели устройства с изначальными.

Первые семь символов текста должны описывать основные параметры данных характеристики.

Если первые семь символов записаны как «ICCHDAT», то остаток текста — это единственный пробел, следующий за т.н. Reference Name параметров характеристики (находящимся в специальном ICC-реестре данных характеристики [ICC Characterization Data Registry — www.color.org]), который заканчивается как NULL (00h). Reference Name в тексте должен точно соответствовать (включая регистр символов) Reference Name в указанном реестре ICC.

Если первые семь символов соответствуют стандартным идентификаторам ANSI или ISO, то CharTargetTag должен включать в себя данные в формате, точно соответствующем указанным стандартам. Наличие специального идентификатора, состоящего из первых семи символов форматов ANSI или ISO, позволяет внешним программам верифицировать формат, благодаря чему можно стандартным путем использовать большой диапазон мишеней с разными схемами измерений.

Примечание: настоятельно рекомендуется, чтобы profileDescriptionTag также был включен в идентификатор данных характеристики и использован при создании профайлов (то есть «Based on CGATS TR 001»).

9.2.11 ChromaticAdaptationTag

Сигнатура: 'chad' (63686164h)

Класс тэга: s15Fixed16Array

Данный тэг должен быть обратимым и представлять XYZ-значения, полученные при освещении, специфичном для данного устройства (и полной адаптации зрения по нему), в X`Y`Z`-значениях при PCS-осветителе .

Тэг демонстрирует все используемые сегодня методы конверсии, каждый из которых основан на матричном преобразовании. Для ICC-профайлов рекомендовано т.н. брэдфордское преобразование (Bradford transform) (см. Приложение E).

3x3-матрица хроматической адаптации — это 9-элементный массив (тип тэга s15Fixed16Array). Аналогично другим 3x3-матрицам ICC-тэгов индексы матричных коэффициентов в рядах меняются медленнее, в колонках — быстрее. Массив = [a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8]

$$\begin{bmatrix} X_{\text{pcs}} \\ Y_{\text{pcs}} \\ Z_{\text{pcs}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_3 & a_4 & a_5 \\ a_6 & a_7 & a_8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{\text{src}} \\ Y_{\text{src}} \\ Z_{\text{src}} \end{bmatrix}$$

где:

XYZ_{src} — значения измерений при фактических условиях просмотра;

XYZ_{pcs} — хроматически адаптированные значения в PCS.

Матрица хроматической адаптации — это комбинация трех отдельных преобразований, описанных в Приложении E.

9.2.12 chromaticityTag

Класс тэга: chromaticity

Содержит данные о цветности люминофоров/красителей.

9.2.13 colorantOrderTag

Сигнатура: 'clro' (636C726Fh)

Класс тэга: colorantOrder

Определяет последовательность колорантов.

9.2.14 colorantTableTag

Сигнатура: 'clrt' (636C7274h)

Класс тэга: colorantTable

Идентифицирует персональные названия колорантов, используемых в профайле, и их значения в XYZ- или L*a*b*-системе. Для DeviceLink-профайлов разрешены только L*a*b*-значения.

9.2.14.1 colorantTableOutTag

Сигнатура: 'clot' (636C6F74h)

Класс тэга: colorantTable

Идентифицирует персональные названия колорантов, используемых в профайле, и их значения в L*a*b*-системе.

Только для DeviceLink-профайлов.

9.2.15 copyrightTag

Сигнатура: 'cprt' (63707274h)

Класс тэга: multiLocalizedUnicode

Содержит текстовую информацию авторского права.

9.2.16 deviceMfgDescTag

Сигнатура: 'dmnd' (646D6E64h)

Класс тэга: multiLocalizedUnicode

Содержит инвариантные и локализованные версии изготовителя монитора.

Содержимое описано в п. 10.13.

9.2.17 deviceModelDescTag

Сигнатура: 'dmdd' (646D6464h)

Класс тэга: multiLocalizedUnicode

Содержит инвариантные и локализованные версии модели монитора.

Содержимое описано в п. 10.13.

9.2.18 gamutTag

Сигнатура: 'gamt' (67616D74h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutBtoA

Тэг внеохватных цветов. Механизмы обработки описаны в lut8, или lut16, или lutBtoA.

Организует таблицу входных значений PCS, где для каждого входного значения определено уникальное выходное значение. Если выходное значение равно нулю — цвет в охвате устройства, если выходное значение не равно нулю — цвет вне охвата устройства.

9.2.19 grayTRCTag

Сигнатура: 'kTRC' (6B545243h)

Класс тэга: curve или parametricCurve

Серая тон-репродукционная кривая, которая несет информацию, необходимую для конверсии между единственным каналом устройства и CIEXYZ- или L*a*b*-кодировкой PCS. Первый элемент кривой представляет черный, последний элемент — белый.

Система вычислений для grayTRCTag-профайла будет описана в п. F.1.

9.2.20 greenMatrixColumnTag

Сигнатура: 'gXYZ' (6758595Ah)

Класс тэга: XYZ

Второй столбец в матрице, используемой в TRC/matrix-преобразованиях.

9.2.21 greenTRCTag

Сигнатура: 'gTRC' (67545243h)

Класс тэга: curve или parametricCurve

Тон-репродукционная кривая зеленого канала. Первый элемент кривой представляет отсутствие краски (белое) или полное несвечение люминофора (черное), а последний элемент — 100% краски (зеленой) или 100% свечения люминофора (зеленого).

9.2.22 luminanceTag

Сигнатура: 'lumi' (6C756D69h)

Класс тэга: XYZ

Максимальная яркость излучающих устройств в cd/m^2 согласно данным Y-канала.

Примечание: значения X и Z должны быть равны нулю.

9.2.23 measurementTag

Сигнатура тэга: 'meas' (6D656173h)

Класс тэга: measurement

Альтернативное описание измерений, к примеру, для осветителя D65 вместо D50 по умолчанию.

9.2.24 mediaBlackPointTag

Сигнатура: 'bkpt' (626B7074h)

Класс тэга: XYZ

Описывает черную точку носителя изображений и содержит XYZ-колориметрию (CIE 1931) черной точки фактического носителя. Если измерения выполнены под источником с цветностью, отличной от цветности D50, то значения измерений, перед тем как быть записанными в тэг, должны быть представлены в D50 с помощью матрицы chromaticAdaptationTag.

Примечание: данный тэг НЕ используется для вычислений ICC-абсолютной колориметрии.

9.2.25 mediaWhitePointTag

Сигнатура: 'wpt' (77747074h)

Класс тэга: XYZ

Используется для выполнения ICC-absolute colorimetric intent и содержит XYZ-значения белой точки устройства. Если измерения выполнены под источником с цветностью, отличной от цветности D50, то значения измерений, перед тем как быть записанными в тэг, должны быть представлены в D50 с помощью матрицы chromaticAdaptationTag. Для отражающих и прозрачных поверхностей значения тэга прописываются относительно идеального отражающего рассеивателя (его трехстимульные значения нормированы до $Y=1,0$) при D50-осветителе. Для мониторов значения прописываются также относительно D50 и нормированы до $Y=1,0$ (то есть 0,9642 1,0 0,8249).

Для получения подробных сведений об использовании белой точки устройства см. пункт 6 и Приложение А.

9.2.26 namedColor2Tag

Сигнатура: 'ncl2' (6E636C32h)

Класс тэга: namedColor2

Информация о спотовых цветах, представленная в PCS, и дополнительные аппаратные данные для списка «спотов».

9.2.27 outputResponseTag

Сигнатура: 'resp' (72657370h)

Класс тэга: responseCurveSet16

Содержит описание требуемого ответа от устройства, для которого построен профайл.

Содержимое описано в п. 10.17.

Примечание: обращаем внимание на то, что данный тэг при калибровке устройства может потребовать закрытой патентно-правовой информации, но наша спецификация не может дать прав на использование этой информации. Однако владельцы патентов зафиксировали свою готовность предоставить желающим лицензию на их использование на взаимоприемлемых условиях. Детали можно обсудить в ICC (1899 Preston White Drive, Reston, Virginia 20191-4367, USA).

9.2.28 preview0Tag

Сигнатура: 'pre0' (70726530h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutBtoA

Предпросмотр преобразования из PCS в пространство устройства и назад. Данный тэг содержит комбинацию тэга B2A0 с тэгом A2B1 или эквивалентное преобразование.

Механизмы обработки описаны в lut8, или lut16, или lut AToB, или lutBtoA (см. пп. 10.8, 10.9, 10.10 и 10.11).

9.2.29 preview1Tag

Сигнатура: 'pre1' (70726531h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutBtoA

Предпросмотр преобразования из PCS в пространство устройства и назад. Данный тэг содержит комбинацию тэга B2A1 с тэгом A2B1 или эквивалентное преобразование.

Механизмы обработки описаны в lut8, или lut16, или lut AToB, или lutBtoA (см. пп. 10.8, 10.9, 10.10 и 10.11).

9.2.30 preview2Tag

Сигнатура: 'pre2' (70726532h)

Класс тэга: lut8, или lut16, или lutBtoA

Предпросмотр преобразования из PCS в пространство устройства и назад. Данный тэг содержит комбинацию тэга B2A2 с тэгом A2B1 или эквивалентное преобразование.

Механизмы обработки описаны в lut8, или lut16, или lut AToB, или lutBtoA (см. пп. 10.8, 10.9, 10.10 и 10.11).

9.2.31 profileDescriptionTag

Сигнатура: 'desc' (64657363h)

Класс тэга: multiLocalizedUnicode

Содержит инвариантные и локализованные версии описания профайла монитора.

Содержимое дано в п. 10.13.

Данное инвариантное описание не имеет отношения к имени файла профайла монитора, записанного на диск.

9.2.32 profileSequenceDescTag

Сигнатура: 'pseq' (70736571h)

Класс тэга: profileSequenceDesc

Содержит описание последовательности профайлов (от профайла источника до профайла назначения) и чаще всего используется в DeviceLink-профайлах.

Содержимое описано в п. 10.16.

9.2.33 redMatrixColumnTag

Сигнатура: 'rXYZ' (7258595Ah)

Класс тэга: XYZ

Первый столбец в матрице, используемой в TRC/matrix-преобразованиях.

9.2.34 redTRCTag

Сигнатура: 'rTRC' (72545243h)

Класс тэга: curve или parametricCurve

Тон-репродукционная кривая красного канала. Первый элемент кривой представляет отсутствие краски (белое) или полное несвечение люминофора (черное), а последний элемент — 100% краски (красной) или 100% свечения люминофора (красного).

9.2.35 technologyTag

Сигнатура: 'tech' (74656368h)

Класс тэга: signature

Технологические сигнатуры.

Используемые сегодня сигнатуры перечислены в таблице 22:

Таблица 22 — Технологические сигнатуры

Технология	Сигнатура	Шестнадцатеричный код
Слайд-сканер	'fscn'	6673636Eh
Цифровая фотокамера	'dcam'	6463616Dh
Сканер на отражение	'rscn'	7273636Eh
Струйный принтер	'ijet'	696A6574h
Термовосковой принтер	'twax'	74776178h
Электрофотографический принтер	'epho'	6570686Fh
Лазерный принтер	'esta'	65737461h
Краскосублимационный принтер	'dsub'	64737562h
Фотопринтер	'rpho'	7270686Fh
Фильм-рекордер	'fprn'	6670726Eh
Видеомонитор	'vidm'	7669646Dh
Видеокамера	'vidc'	76696463h
Проекционный телевизор	'pjtv'	706A7476h
CRT-монитор	'CRT'	43525420h
ЖК монитор на пассивной матрице	'PMD'	504D4420h
ЖК монитор на активной матрице	'AMD'	414D4420h
Photo CD	'KPCD'	4B504344h
Фотоимиджсеттер	'imgs'	696D6773h
Глубокая печать	'grav'	67726176h
Офсетная печать	'offs'	6F666673h
Шелкография	'silk'	73696C6Bh
Флексография	'flex'	666C6578h

9.2.36 viewingCondDescTag

Сигнатура: 'vued' (76756564h)

Класс тэга: multiLocalizedUnicode

Содержит инвариантные и локализованные версии условий просмотра.

Содержимое описано в п. 10.13.

9.2.37 viewingConditionsTag

Сигнатура: 'view' (76696577h)

Класс тэга: viewingConditions

Описывает условия просмотра.

Содержимое описано в п. 10.26.

10 Классы тэгов

10.1 Краткий обзор

Все тэги, включая частные, в первых четырех байтах имеют сигнатуру класса тэга, необходимую для определения программой-профайлридером характера внутритэговой информации. Разделение тэгов на классы стимулирует многократное их употребление и позволяет профайлридерам много раз использовать один и тот же код, когда тэги относятся к одному классу. Вторая четверка байтов (4...7) данной версией спецификации зарезервирована на будущее и должна быть выставлена на ноль. Сигнатуры всех частных тэгов и сигнатуры всех классов тэгов, не определенные в п. 10, в целях предотвращения их потенциального конфликта должны быть зарегистрированы ICC (см. п. 2).

Один или более классов связаны с каждым отдельным тэгом согласно п. 9.2. Определения классов в пп. с 10.2 по 10.27 детально описывают характер данных, используемых при заполнении тэгов внутритэговой информацией.

Вся внутритэговая информация, включая данные частных тэгов, должна иметь сигнатуру класса тэга в байтах с 0 по 3, а байты с 4 по 7 резервируются на будущее и должны быть обнулены.

Все классы частных тэгов должны быть зарегистрированы в ICC во избежание конфликта сигнатур.

Примечание: потребовалось приложить определенное усилие к тому, чтобы однобайтовая, двухбайтовая и четырехбайтовая информации не подменили собой данные соответственно на однобайтовой, двухбайтовой и четырехбайтовой границах: кое-где потребовалось включить дополнительный пробел под названием «резерв клавиатуры».

В остальных случаях значение 0 определено как «unknown value» для всех перечисленных структур данных.

Там, где значение не определено, наименьшие значащие 16-битов всех 32-битовых меток в описанных ниже классах тэгов зарезервированы для использования ICC.

Когда описанные ниже классы тэгов представлены в виде 7-битного ASCII-текста, каждый отдельный символ кодируется в 8 бит с обнуленным наибольшим значащим битом. Подробности в п. 10.20.

Во множестве таблиц, помещенных в п. 10, для различных классов тэгов (перечисленных в п. 5.1) в столбце кодирования принят следующий синтаксис: numeric [X], где X представляет порядковый номер значения в данной позиции. Там, где проставлено троеточие (...), порядковый номер значения зависит от количества каналов в классе тэга или количества граф в таблице.

10.2 Тэги класса chromaticity (тэги цветности)

Класс тэгов цветности содержит основные данные о цветности и о типе люминофоров (или иных колорантов) для различных приложений и утилит. Назначение байтов показано в таблице 23.

Таблица 23 — Кодирование тэгов цветности

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'chrom' (6368726Dh) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...9	2	Количество каналов в устройстве (n)	uInt16-значение
10...11	2	Закодированное значение люминофора (или иного колоранта)	см. табл. 24
12...19	8	CIE xy-значения колоранта первого канала	u16Fixed16-значение[2]
20...и до конца	(n-1)×8	CIE xy-значения колорантов остальных каналов (если есть таковые)	u16Fixed16-значение[...]

При использовании тэгов данного класса каждому каналу устройства необходимо назначить соответствующую ось цветового пространства. Эти назначения продемонстрированы в таблице 31 («кодирование каналов как lut16»).

Кодирование для байтов позиций 10 и 11 показано в таблице 24. Если значения находятся в диапазоне от 0001h до 0004h включительно, то число каналов — три, и тогда цветности люминофоров в позициях байтов 12 — 35 будут соответствовать таковым в соответствующей строке таблицы 24.

Таблица 24 — Кодирование колорантов и люминофоров

Тип колоранта или люминофора	Кодовое значение	Первый канал (x,y)	Второй канал (x,y)	Третий канал (x,y)
неизвестен	0000h	любое	Любое	любое
ITU-R BT.709	0001h	(0.640, 0.330)	(0.300, 0.600)	(0.150, 0.060)
SMPTE RP145-1994	0002h	(0.630, 0.340)	(0.310, 0.595)	(0.155, 0.070)
EBU Tech.3213-E	0003h	(0.64, 0.33)	(0.29, 0.60)	(0.15, 0.06)
P22	0004h	(0.625, 0.340)	(0.280, 0.605)	(0.155, 0.070)

Если закодированное значение в позициях байтов 10 и 11 равно 0000h, в них должен быть прописан фактический набор значений цветности.

10.3 Тэги класса `colorantOrder` (порядок наложения колорантов)

Класс дополнительных тэгов, описывающих порядок наложения колорантов при печати на n-колорантном устройстве.

Примечание переводчика: замена очевидного термина «краска» транслитерацией термина «colorant» здесь представляется уместной, поскольку устройства могут использовать не только собственно краски (как в полиграфических процессах), но и красящие порошки (лазерные принтеры), и водо- или спирторастворимые «чернила» (струйные принтеры) и др. Не подойдет и термин «краситель», т.к. краситель (пигмент) — это лишь химический компонент колоранта.

Порядок наложения колорантов может быть таким же, как порядок расположения каналов в `colorantTableTag` или как порядок каналов того или иного цветового пространства, скажем СМΥК, то есть в случаях, когда данный тэг не требуется. В других случаях (к примеру, при использовании на многосекционных машинах обратного порядка наложения красок — КСМΥ) данный тэг может описывать порядок наложения колорантов.

Назначение байтов показано в таблице 25.

Таблица 25 — Кодирование тэгов класса `colorantOrder`

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'clro' (636c726fh) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...11	4	Количество колорантов (n)	ulnt32-значение
12	1	Номер колоранта, который наносится первым	ulnt8-значение
13 (11+n)	n-1	Остальные n-1 колорантов описаны аналогично первому колоранту.	ulnt8-значение

Размер массива равен числу колорантов. Первая позиция в массиве содержит номер первого наносимого колоранта, вторая позиция содержит номер второго наносимого колоранта и так далее по списку.

При использовании данного тэга количество колорантов должно быть согласовано с сигнатурой цветового пространства см. п. 7.2.6.

10.4 Тэги класса `colorantTable` (таблица колорантов)

Смысл тэгов данного класса состоит в идентификации колорантов, указанных в профайле, с помощью персонального имени и присвоении колоранту XYZ- или L*a*b*-значения. Первый колорант из списка — это колорант первого канала устройства, прописанный в lut-тэге, второй колорант из списка — это колорант второго канала устройства, прописанный в lut-тэге и т.д.

Назначение байтов показано в таблице 26.

Таблица 26 — Кодирование тэгов класса colorantTable

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'clrt' (636c7274h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...11	4	Количество колорантов (n)	ulnt32-значение
12...43	32	Имя первого колоранта (32-байтовое поле, null удален, неиспользуемые байты обнулены)	7-bit ASCII
44...49	6	PCS-значения первого колоранта в цветовом пространстве профайла (см. п. 7.2.7). PCS-значения должны быть относительно колориметрическими	ulnt16-значение[3]
50...(49+38(n-1))	38(n-1)	При n>1 остальные колоранты описываются аналогично первому (байты 12-49)	(7-bit ASCII за которым ulnt16-значение[3])[...]

Значения PCS даны лишь для удобства: для многих классов профайлов обработка отдельных колорантов проходит через стандартный AToB1Tag (если таковой, конечно, имеется), в противном случае пользователь вручную должен указывать необходимые значения. Полному нанесению колоранта соответствует максимальное аппаратное значение в соответствующем канале (при минимальном значении во всех остальных каналах).

ПРИМЕР: При использовании 3CLR-профайла значения колоранта для первого канала будут 1, 0, 0. Где 1 — максимальное аппаратное значение и 0 — минимальное аппаратное значение. Эти цифры — результат нормировки кодовых значений в каналах на максимальное значение по данному каналу (например, деление 8-битовых значений 255, 0, 0 на 255). Обработка цвета через AToB1Tag производится с использованием PCS-значений, прописанных в байтах от 44 до 49.

При использовании данного тэга количество колорантов должно быть согласовано с сигнатурой цветового пространства (см. п. 7.2.6).

Примечание: XYZ- или L*a*b*-значения можно использовать для вычисления нейтральной оптической плотности колоранта, которой пользуются алгоритмы трэппинга для определения величины оверпринтов.

10.5 Тэги класса curve (кривые)

Тэги класса Curve содержат значения 4-байтовой длины и одномерную таблицу 2-байтовых значений. Назначение байтов показано в таблице 27.

Таблица 27 — Кодирование тэгов класса Curve

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'curv' (63757276h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...11	4	Число входов (n)	ulnt32-значение
12... и до конца	2xn**	Фактические значения, начинающиеся с нулевого входа и заканчивающиеся входом n-1	ulnt16-значение[...]**

** Примечание: Если n=1, то длина поля равна 1 и значение кодируется как u8Fixed8-значение (см. ниже).

Тэги класса curve представляют собой одномерные функции, которые проецируют входное значение в области определения функций на выходные значения в области изменения функций. Область определения функции и значения области изменения лежат в промежутке от 0,0 до 1,0:

когда n = 0, — идентификация произведена,

когда $n = 1$, значения кривой должны интерпретироваться как значение гаммы, закодированной как u8Fixed8-значение. Гамма должна толковаться как степень функции $y=x^y$, а не как обратная функция,

когда $n > 1$, значения кривой (которые представляют собой выбранную одномерную функцию), будут определены следующим образом: первое входное значение — 0,0, последнее входное значение — 1,0, промежуточные значения равномерно распределены с приращением $1,0/(n-1)$.

Входы кодируются как uint16-значение (то есть, входные значения, которые находятся в диапазоне 0,0 к 1,0, кодируются в диапазоне от 0,0 до 65535,0). Промежуточные входные значения функции должны быть интерполированы.

Если на входе PCS XYZ, то $1 + (32767/32768)$ будет соответствовать 1,0; если на выходе PCS XYZ, то 1,0 должна соответствовать $1 + (32767/32768)$.

10.6 Тэги класса data (данные)

Data — это простая структура данных, которая содержит 7-битные ASCII или двоичные данные, то есть текстовые данные или прозрачные байты из 8 битов. Длина строки получена за счет вычитания 12 байт (?) из внутритэговых данных (см. п. 7.3.5). Если тэг данного класса использует ASCII-данные, то они должны заканчиваться байтом 00h.

Назначение байтов показано в таблице 28.

Таблица 28 — Кодирование тэгов класса data

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'data' (64617461h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...11	4	Метки данных: 00000000h для ASCII-данных, 00000001h для двоичных данных, остальные значения зарезервированы на будущее
12... и до конца	размер — 12	Строка ASCII символов (длина — 12) или байтов (длина — 12)

10.7 Тэги класса dateTime (дата и время)

Данный класс тэгов dateTime — это 12-байтовое представление даты и времени. Фактические значения кодируются как dateTime-значение (см. в 5.1.1). Назначение байтов показано в таблице 29.

Таблица 29 — Кодирование тэгов класса dateTime

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'dtim' (6474696Dh) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...19	4	Дата и время	dateTime-значение

10.8 Тэги класса lut16 (16-битные таблицы соответствий)

Тэги данного класса описывают цветное преобразование, использующее таблицы 16-битной точности. Данный класс содержит четыре действующих элемента:

- 3x3-матрицу (которая должна быть единичной, если входное пространство не XYZ);
- установки одномерных входных таблиц;
- многомерную таблицу соответствий (multidimensional lookup table);
- установки одномерных выходных таблиц.

Обработка данных проходит по следующей схеме:

(матрица) => (одномерная входная таблица) => (многомерная таблица соответствий — CLUT) => => (одномерная выходная таблица).

Назначение байтов показано в таблице 30.

Таблица 30 — Кодирование тэгов класса lut16

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'mft2' (6D667432h) [многофункциональная таблица с двухбайтовой точностью] сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8	1	Количество входных каналов (i)	UInt8-значение
9	1	Количество выходных каналов (o)	UInt8-значение
10	1	Количество узловых точек CLUT (одинаково на всех сторонах) (g)	UInt8-значение
11	1	Зарезервировано для клавиатуры (требуется 00h)	
12...15	4	Код матричного элемента e01 ¹	s15Fixed16-значение
16...19	4	Код матричного элемента e02	s15Fixed16-значение
20...23	4	Код матричного элемента e03	s15Fixed16-значение
24...27	4	Код матричного элемента e04	s15Fixed16-значение
28...31	4	Код матричного элемента e05	s15Fixed16-значение
32...35	4	Код матричного элемента e06	s15Fixed16-значение
36...39	4	Код матричного элемента e07	s15Fixed16-значение
40...43	4	Код матричного элемента e08	s15Fixed16-значение
44...47	4	Код матричного элемента e09	s15Fixed16-значение
48...49	4	Количество входов во входной таблице (n)	UInt16-значение
50...51	4	Количество входов в выходной таблице (m)	UInt16-значение
52...51+(n*i*2)	n*i*2	Входные таблицы	UInt16-значение[...]
52+(n*i*2)...51+(n*i*2)+(g^i*o*2)	g^i*o*2	CLUT-значения	UInt16-значение[...]
52+(n*i*2)+(g^i*o*2)...end	m*o*2	Выходные таблицы	UInt16-значение[...]

Входные таблицы, выходные таблицы и CLUT содержатся в тэге класса lut16 и представляют собой моно- или многомерную функцию, которая проецирует входные значения в области определения функции на выходные значения в области изменения функции.

Область определения каждой из этих таблиц содержит все вещественные числа между 0,0 и 1,0 включительно. Первый вход — это 0,0, последний вход — 1,0, а промежуточные равномерно распреде-

¹ В оригинале таблицы 30 допущена ошибка набора — символы матричных элементов не соответствуют формулам (10) и (11). Видимо, они были заимствованы из таблицы 34. В переводе исправлено.

лены с приращением $1,0/(m-1)$. Для входных и выходных таблиц «m» — количество входов; для CLUT «m» — количество узловых точек по каждому измерению. Область изменения функции обычно задает содержимое таблицы и содержит все вещественные числа от 0,0 до 1,0 включительно. В силу того, что область определения и область изменения таблиц заданы от 0 до 1, все аппаратные данные и $L^*a^*b^*$ -значения необходимо конвертировать в данный числовой диапазон; из сказанного следует, что максимальное значение в каждом случае окажется единицей, минимальное — нулем, а все промежуточные значения будут линейно шкалированы.

Поскольку входы таблиц кодируются как ulnt16-значение, необходимо округлить каждое фактическое значение до ближайшего 16-битного целого.

Поскольку входы CLUT-таблиц представляют значения диапазона от 0 до 1 и кодируются как ulnt16-значение, то для вычисления фактических выходных значений они должны быть разделены на 65535,0.

Дополнительно см. Приложение А.

Матрица организована как массив 3x3. Индексы матричных коэффициентов в рядах меняются медленнее, в колонках — быстрее:

$$\begin{bmatrix} e_{01} & e_{02} & e_{03} \\ e_{04} & e_{05} & e_{06} \\ e_{07} & e_{08} & e_{09} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Когда матрица используется в выходном профайле, а входные значения XYZ, имеем:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{01} & e_{02} & e_{03} \\ e_{04} & e_{05} & e_{06} \\ e_{07} & e_{08} & e_{09} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (11)$$

Каждый матричный вход закодирован как s15Fixed16-значение: область определения и область изменения матрицы — от 0,0 до 1,0.

Примечание: если матрица присутствует, то PCS — XYZ, где X, Y и Z кодируются как u1Fixed15-значения, а 1 + (32767/32768) проецируется на 1,0 как входное значение матрицы.

Матрица должна быть единичной, если входные значения представлены не в XYZ.

Входные таблицы — массивы 16-битных значений (без знака). Каждая входная таблица состоит минимум из двух и максимум из 4096 ulnt16 целых чисел. Каждый вход во входной таблице нормирован на диапазон 0-65535. Размер входной таблицы = входные каналы×входы таблицы×2 (байт). Таблицы идут одна за другой в порядке, показанном в таблице 31.

CLUT организована как i-мерный массив с определенным количеством узловых точек в каждом измерении, где «i» — количество входных каналов (входных таблиц) в преобразовании. Индексы узловых точек в первом входном канале меняются медленнее, в последнем входном канале — быстрее. Каждая узловая точка содержит «o» целых ulnt16-значений на входе содержит значение функции для первой выходной функции, второе последовательное целое ulnt16-значений на входе — значение функции для второй выходной функции, и так далее до конца. Формула для вычисления размера CLUT в байтах выглядит так:

$$\text{Размер CLUT} = (\text{количество узловых точек}^{\wedge}\text{количество входных каналов}) \times \text{количество выходных каналов} \times 2 \quad (12)$$

Выходные таблицы — это массивы 16-битных значений без знака. Каждая выходная таблица состоит минимум из двух и максимум из 4096 ulnt16 целых чисел. Каждый вход в выходной таблице нормирован на диапазон 0-65535. Размер выходной таблицы = выходные каналы×входы таблицы×2 (байт). Таблицы идут одна за другой в порядке, показанном в таблице 31.

Если количество узловых точек в одномерной таблице (или в многомерной CLUT) равно двум, то значения этих узловых точек должны быть такими, чтобы получить точную линейную интерполяцию промежуточных значений.

При использовании тэгов данного класса каждому входному и выходному каналу необходимо назначить ось цветового пространства и каждый канал пронумеровать (см. табл. 31).

Таблица 31 — Кодирование каналов

Цветовое пространство	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
'XYZ'	X	Y	Z	
'Lab'	L	a	b	
'Luv'	L	u	v	
'YCb'	Y	Cb	Cr	
'Yxy'	Y	x	y	
'RGB'	R	G	B	
'GRAY'	K			
'HSB'	H	S	V	
'HLS'	H	L	S	
'CMYK'	C	M	Y	
'CMY'	C	M	Y	K
'2CLR'	Ch. 1	Ch. 2		
'3CLR'	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3	
'4CLR'	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3	Ch. 4

Примечание: дополнительные (xCLR) цветовые пространства (до 15 каналов) можно добавить, определив соответствующую сигнатуру согласно таблице 15, расположив каналы в нужном порядке и создав таблицы.

Цветовое пространство, используемое на PCS-стороне тэга lut16 (PCS может быть или входным, или выходным; а в случае абстрактных профайлов — и тем, и другим), определяется полем PCS в заголовке профайла (см. п. 7.2.7) и одинаково для 8-битного и 16-битного кодирования PCS. Для тэга lut16 сигнатура 'Lab' определяет 16-битное кодирование CIELAB по данному тэгу; сигнатура 'XYZ' определяет 16-битное кодирование XYZ. Обращаем внимание, что данное определение касается кодирования, используемого только на PCS-стороне тэга lut16. Данное определение НЕ применимо к сигнатурам, используемым в поле цветового пространства заголовка профайла (см. 7.2.6), за исключением абстрактных профайлов.

Для цветовых значений пространства Lab (на PCS-стороне lut16) данный тэг использует 16-битную кодировку, показанную в таблицах 33 и 34, но не 16-битное CIELAB PCS-кодирование, описанное в п. 6.3.4.2, которое предназначено для обеспечения совместимости с профайлами версии 2.

Кодирование значений L^* отличается от кодирования значений a^* и b^* . Кодирование L^* по данному тэгу показано в таблице 32.

Таблица 32 — Кодирование L^* по данному тэгу

Значение L^*	16 bit
0	0000h
100,0	FF00h
$100 + (25500/65280)$	FFFFh

16-битное кодирование, показанное в таблице 32, может представлять значения даже чуть большие, чем 100,0, но поскольку они не входят в диапазон PCS L^* , то не должны быть использованы.

При конверсии 16-битных Lab-значений по данному тэгу в кодировку 16-битного CIELAB PCS (см. в п. 6.3.4.2, табл. 8 и 9) все значения умножаются на 65535/65280 (что соотв. FFFFh/FF00h). Некоторые значения цветов из диапазона 16-битного PCS Lab по данному тэгу не имеют эквивалента в 16-битной CIELAB PCS-кодировке и должны быть отсечены (clipping) на оси данного пространства. При конверсии цветовых значений 16-битного CIELAB PCS в значения 16-битного Lab по данному тэгу все значения делятся на 65535/65280.

10.9 Тэги класса lut8 (8-битные таблицы соответствий)

Тэги данного класса описывают цветовое преобразование, использующее таблицы 8-битной точности. Данный класс содержит четыре действующих элемента:

- 3x3-матрицу (которая должна быть единичной, если входное пространство не XYZ);
- установки одномерных входных таблиц;
- многомерную таблицу соответствий (multidimensional lookup table);
- установки одномерных выходных таблиц.

Обработка данных проходит по следующей схеме:

(матрица) => (одномерная входная таблица) => (многомерная таблица соответствий — CLUT) => => (одномерная выходная таблица).

Назначение байтов показано в таблице 34.

Таблица 34 — Кодирование тэгов класса lut8

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'mft1' (6D667431h) [многофункциональная таблица с однобайтовой точностью] сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8	1	Количество входных каналов (i)	ulnt8-значение
9	1	Количество выходных каналов (o)	ulnt8-значение
10	1	Количество узловых точек CLUT (одинаково на всех сторонах) (g)	ulnt8-значение
11	1	Зарезервировано для клавиатуры (требуется 00h)	
12...15	4	Код матричного элемента e00	s15Fixed16-значение
16...19	4	Код матричного элемента e01	s15Fixed16-значение
20...23	4	Код матричного элемента e02	s15Fixed16-значение
24...27	4	Код матричного элемента e10	s15Fixed16-значение
28...31	4	Код матричного элемента e11	s15Fixed16-значение
32...35	4	Код матричного элемента e12	s15Fixed16-значение
36...39	4	Код матричного элемента e20	s15Fixed16-значение
40...43	4	Код матричного элемента e21	s15Fixed16-значение
44...47	4	Код матричного элемента e22	s15Fixed16-значение
48...49	4	Количество входов во входной таблице (n)	ulnt16-значение

50...51	4	Количество входов в выходной таблице (m)	ulnt16-значение
52...51+(n*i)	n*i*2	Входные таблицы	ulnt8-значение[...]
52+(n*i)...51+(n*i)+(g^i*o)	g^i*o*2	CLUT-значения	ulnt8-значение[...]
52+(n*i)+(g^i*o)...end	m*o*2	Выходные таблицы	ulnt8-значение[...]

Входные таблицы, выходные таблицы и CLUT содержатся в lut8 и представляют собой моно- или многомерную функцию, которая проецирует входные значения (область определения функции) на выходные значения (область изменения функции).

Область определения каждой из этих таблиц содержит все вещественные числа между 0,0 и 1,0 включительно. Первый вход — это 0,0, последний вход — 1,0, а промежуточные равномерно распределены с приращением $1,0/(m-1)$. Для входных и выходных таблиц «m» — количество входов. Для CLUT «m» — количество узловых точек по каждому измерению. Область изменения функции обычно задает содержимое таблицы и содержит все вещественные числа от 0,0 до 1,0 включительно. В силу того, что область определения и область изменения таблиц заданы от 0 до 1, необходимо конвертировать все аппаратные данные и L*a*b*-значения в данный числовой диапазон. Из сказанного следует, что максимальное значение в каждом случае окажется единицей, минимальное — нулем, а все промежуточные значения будут линейно шкалированы.

Поскольку входы таблиц кодируются как ulnt8-значения, необходимо округлить каждое фактическое значение до ближайшего 8-битного целого.

Поскольку входы CLUT-таблиц представляют значения диапазона от 0 до 1 и кодируются как ulnt8-значения, то для вычисления фактических выходных значений они должны быть разделены на 255,0.

Дополнительно см. Приложение А.

Цветовое пространство, используемое на PCS-стороне тэга lut8 (PCS может быть или входным, или выходным, а в случае абстрактных профайлов — тем, и другим), определяется полем PCS в заголовке профайла (см. п. 7.2.7) и одинаково для 8-битного и 16-битного кодирования PCS. Для тэга lut8 сигнатура 'Lab' определяет 8-битное кодирование CIELAB по данному тэгу. Обращаем внимание, что данное определение касается кодирования, используемого только на PCS-стороне тэга lut8. Данное определение НЕ применимо к сигнатурам, используемым в Поле цветового пространства заголовка профайла (см. 7.2.6), за исключением абстрактных профайлов.

8-битное XYZ PCS не было определено, поэтому его интерпретация данным тэгом в профайлах, использующих XYZ PCS, — проблема производителя. Поскольку результаты неточны и поскольку 8-битное линейное квантование XYZ очень низкого качества, не рекомендуется использовать тэги класса lut8 в профайлах с XYZ PCS.

Матрица организована как массив 3x3. Индексы матричных коэффициентов в рядах меняются медленнее, в колонках — быстрее:

$$\begin{bmatrix} e_{00} & e_{01} & e_{02} \\ e_{10} & e_{11} & e_{12} \\ e_{20} & e_{21} & e_{22} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Когда матрица используется в выходном профайле, а входные значения — XYZ, имеем:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{00} & e_{01} & e_{02} \\ e_{10} & e_{11} & e_{12} \\ e_{20} & e_{21} & e_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (14)$$

Каждый матричный вход закодирован как s15Fixed16-значение. Область определения и область изменения матрицы — от 0,0 до 1,0.

Примечание: если матрица присутствует, то PCS — XYZ, где X, Y и Z кодируются как u1Fixed15-значение, и $1 + (32767/32768)$ проецируется на 1,0 как входное значение матрицы.

Матрица должна быть единичной, если входные значения представлены не в XYZ.

CLUT организована как i-мерный массив с определенным количеством узловых точек в каждом измерении, где «i» — количество входных каналов (входных таблиц) в преобразовании. Индексы узловых точек в первом входном канале меняются медленнее, в последнем входном канале — быстрее. Каждая

узловая точка — это значение из *o*-байтного массива, где «*o*» — количество выходных каналов. Первый последовательный байт на входе содержит значение функции для первой выходной функции, второй последовательный байт — значение функции для второй выходной функции, и так далее до конца. Каждый байт в CLUT должен быть нормирован на диапазон 0-255.

Формула для вычисления размера CLUT в байтах выглядит так:

$$\text{Размер CLUT} = (\text{количество узловых точек}^{\text{количество входных каналов}}) \times \text{количество выходных каналов} \quad (15)$$

Выходные таблицы — это массивы 8-битных значений: каждая выходная таблица состоит из 256 целых uint8-значений. Каждый вход в выходной таблице нормирован на диапазон 0-255. Размер выходной таблицы = выходные каналы × 256 (байт). Таблицы идут одна за другой в порядке, показанном в таблице 31.

Если количество узловых точек в одномерной таблице (или в многомерной CLUT) равно двум, то значения этих узловых точек должны быть такими, чтобы получить точную линейную интерполяцию промежуточных значений.

При использовании тэгов данного класса каждому входному и выходному каналу необходимо назначить ось цветового пространства и каждый канал пронумеровать (см. табл. 31).

10.10 Тэги класса lutAtoB

10.10.1 Общие положения

Данная структура представляет собой цветовое преобразование. lutAtoB содержит пять действующих элементов:

- установки мономерных кривых (первой категории);
- 3×3-матрицу с адресами определителей;
- установки мономерных кривых (второй категории);
- многомерную таблицу соответствий;
- установки мономерных кривых (третьей категории).

Обработка данных, с использованием перечисленных элементов, проходит в следующей последовательности:

(A-кривые) => (многомерная таблица соответствий — CLUT) => (M-кривые) => (матрица) => (B-кривые)

Примечание 1: последовательность обработки данных не соответствует таковой внутри тэга, что позволяет упростить чтение и запись профайлов.

Можно использовать часть или же все из перечисленных ниже процессов, но последний (B-кривая) должен быть использован обязательно.

Разрешены следующие комбинации:

B
M — матрица — B
A — CLUT — B
A — CLUT — M — матрица — B

Иные комбинации могут быть достигнуты только за счет единичного преобразования. Область определения и область изменения A- и B-кривых, а также CLUT определена вещественными числами от 0,0 до 1,0 включительно. Первый вход — это 0,0, последний вход — 1,0, а промежуточные равномерно распределены с приращением 1,0/(M-1). Для A- и B-кривых «M» — это количество входов в таблице. Для CLUT «M» — это число узловых точек по каждому измерению. В силу того, что область определения и область изменения таблиц заданы от 0 до 1, необходимо конвертировать все аппаратные данные и L*a*b*-значения в данный числовой диапазон. Из этого следует, что максимальное значение в каждом случае окажется единицей, минимальное — нулем, а все промежуточные значения будут линейно шкалированы.

При использовании тэгов данного класса каждому входному и выходному каналу необходимо назначить ось цветового пространства и каждый канал пронумеровать (см. табл. 31).

Назначение байтов показано в таблице 35.

Таблица 35 — Кодирование тэгов класса lutAtoB

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'mAB' (6D414220h) [многофункциональная A-to-B-таблица] сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8	1	Количество входных каналов (i)	ulnt8-значение
9	1	Количество выходных каналов (o)	ulnt8-значение
10...11	2	Зарезервировано для клавиатуры (требуется 00h)	
12...15	4	Адрес первой B-кривой*	ulnt32-значение
16...19	4	Адрес матрицы	ulnt32-значение
20...23	4	Адрес первой M-кривой*	ulnt32-значение
24...27	4	Адрес CLUT	ulnt32-значение
28...31	4	Адрес первой A-кривой*	ulnt32-значение
32...и до конца		Данные	

Каждая кривая и действующий элемент должны начинаться с 4-байтовой границы. Чтобы достичь этого каждый элемент и кривая должны быть дополнены байтами клавиатуры 00h.

Примечание 2: разрешено совместное использование кривых, например, адреса A-, B- и M-кривых могут быть идентичными.

Адреса входов (байты 12-31) указывают на различные действующие элементы данного тэга и на число байтов от начала тэга до требуемых данных. Если несколько адресов обнулены — значит действующего элемента нет и операция не выполнена.

Тэги данного класса используют PCS CIEXYZ или CIELAB. Какая именно координатная система использована, указано в заголовке профайла.

10.10.2 A-кривые

A-кривые — это то же, что входные каналы¹. Они могут быть использованы только тогда, когда используется CLUT. Кривые последовательно сохранены, и по мере необходимости между ними вставлены нулевые байты клавиатуры. Каждая A-кривая хранится как внедренный тэг класса *curve* или *parameterCurve* (см. п. 10.5 или п. 10.15). Длины кривых определены согласно конвенции о данном классе кривых.

Обращаем внимание, что тэги данного класса включают в себя сигнатуру класса тэгов и зарезервированные байты для каждой кривой.

10.10.3 CLUT

CLUT (Color Lookup Table — таблица цветовых соответствий) — это n-мерный массив, где каждое измерение имеет множество входов, отнесенных к множеству узловых точек.

Значения CLUT — это массивы 8 или 16-битных значений без знака, нормированных на диапазоны 0-255 или 65535 соответственно.

CLUT организована как i-мерный массив с переменным количеством узловых точек по каждому измерению, где «i» — количество входных каналов в преобразовании. Индексы узловых точек в первом входном канале меняются медленнее, в последнем входном канале — быстрее. Значение каждой узловой точки — массив «o»-целого числа, где «o» — количество выходных каналов. Первое последовательное целое на входе содержит значение для первой выходной функции, второе последовательное целое — значение для второй выходной функции и так до конца. Для вычисления размера CLUT в байтах используется следующая формула:

¹ Имеются в виду входные каналы в lut-тэгах профайлов 2-й версии спецификации.

$$n_{\text{Узел1}} \times n_{\text{Узел2}} \times \dots \times n_{\text{УзелN}} \times \text{количество выходных каналов (o)} \times \text{размер канала} \quad (16)$$

Кодирование CLUT показано в таблице 36.

Таблица 36 — Кодирование тэгов класса lutAtoB CLUT

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...15	16	Количество узловых точек в каждом измерении. Используется только первый i-вход, где «i» — количество входных каналов. Неиспользованные входы должны быть установлены на 00h.	uint8-значение[16]
16	1	Точные данные в байтах. Должны быть от 01h до 02h.	uint8-значение
17...19	3	Резерв клавиатуры, должно быть установлено на 0.	
20...и до конца	См. формулу 16	Узловые точки CLUT (см. в тексте).	uint8-значение[...] или uint16-значение[...]

Если количество входных каналов не равно количеству выходных каналов, то должна присутствовать таблица соответствий. Если количество узловых точек в мономерной кривой или в том или ином измерении CLUT равно двум, то значения этих узловых точек должны быть такими, чтобы получить точную линейную интерполяцию промежуточных значений.

10.10.4 М-кривые

М-кривые — это то же, что выходные каналы. Кривые последовательно сохранены, и по мере необходимости между ними вставлены нулевые байты клавиатуры. Каждая М-кривая хранится как внедренный тэг класса `curve` или `parametricCurve` (см. п. 10.5 или п. 10.15). Длины кривых определены согласно конвенции о данном классе кривых. Обращаем внимание, что тэги данного класса включают в себя сигнатуру класса тэгов и зарезервированные байты для каждой кривой. М-кривые используются только тогда, когда использована матрица.

10.10.5 Матрица

Матрица организована как массив 3x4. Элементы: e_1 - e_{12} . Каждый элемент s15Fixed16-значение.

массив = [e1, e2, e3, e4, e5, e6, e7, e8, e9, e10, e11, e12]

Матрица используется для преобразования данных в различные цветовые пространства:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ e_4 & e_5 & e_6 \\ e_7 & e_8 & e_9 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{10} \\ e_{11} \\ e_{12} \end{bmatrix}$$

(17)

Диапазон входных значений (X_1 , X_2 и X_3) от 0,0 до 1,0. Результирующие значения (Y_1 , Y_2 и Y_3) должны быть посажены в диапазон от 0,0 до 1,0 и использоваться как входные к В-кривым.

10.10.6 В-кривые

В-кривые — это то же, что выходные каналы. Они могут быть использованы только тогда, когда используется CLUT. Кривые последовательно сохранены, и по мере необходимости между ними вставле-

ны нулевые байты клавиатуры. Каждая В-кривая хранится как внедренный тэг класса `curve` или `parametricCurve` (см. п. 10.5 или п. 10.15). Длины кривых определены согласно конвенции о данном классе кривых. Обращаем внимание, что тэги данного класса включают в себя сигнатуру класса тэгов и зарезервированные байты для каждой кривой.

10.11 Тэги класса `lutBtoA`

10.11.1 Общие положения

Данная структура представляет собой цветное преобразование.

`lutBtoA` содержит пять действующих элементов:

- установки мономерных кривых (первой категории);
- 3x3-матрицу с адресами определителей;
- установки мономерных кривых (второй категории);
- многомерную таблицу соответствий;
- установки мономерных кривых (третьей категории).

Обработка данных, с использованием перечисленных элементов, проходит в следующей последовательности:

(В-кривые) \Rightarrow (матрица) \Rightarrow (М-кривые) \Rightarrow (многомерная таблица соответствий — CLUT) \Rightarrow (А-кривые)

Можно использовать часть или же все из перечисленных ниже процессов, но последний (А-кривая) должен быть использован обязательно.

Разрешены следующие комбинации:

- В
- В — матрица — М
- В — CLUT — А
- В — матрица — М — CLUT — А

Иные комбинации могут быть достигнуты только за счет единичного преобразования. Область определения и область изменения А- и В-кривых, а также CLUT определены вещественными числами от 0,0 до 1,0 включительно. Первый вход — это 0,0, последний вход — 1,0, а промежуточные равномерно распределены с приращением $1,0/(M-1)$. Для А- и В-кривых «М» — это количество входов в таблице. Для CLUT «М» — это число узловых точек по каждому измерению. В силу того, что область определения и область изменения таблиц заданы от 0 до 1, необходимо конвертировать все аппаратные данные и $L^*a^*b^*$ -значения в данный числовой диапазон. Из этого следует, что максимальное значение в каждом случае окажется единицей, минимальное — нулем, а все промежуточные значения будут линейно шкалированы.

При использовании тэгов данного класса каждому входному и выходному каналу необходимо назначить ось цветового пространства и каждый канал пронумеровать (см. табл. 31).

Назначение байтов показано в таблице 37.

Таблица 37 — Кодирование тэгов класса `lutBtoA`

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'mBA' (6D424120h) [многофункциональная В-to-A-таблица] сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8	1	Количество входных каналов (i)	ulnt8-значение
9	1	Количество выходных каналов (o)	ulnt8-значение
10...11	2	Зарезервировано для клавиатуры (требуется 00h)	
12...15	4	Адрес первой В-кривой*	ulnt32-значение
16...19	4	Адрес матрицы	ulnt32-значение
20...23	4	Адрес первой М-кривой*	ulnt32-значение

24...27	4	Адрес CLUT	uint32-значение
28...31	4	Адрес первой А-кривой*	uint32-значение
32...и до конца		Данные	

Каждая кривая и действующий элемент должны начинаться с 4-байтовой границы. Чтобы достичь этого, каждый элемент и кривая должны быть дополнены байтами клавиатуры 00h.

Примечание: разрешено совместное использование кривых, например, адреса А-, В- и М-кривых могут быть идентичными.

Адреса входов (байты 12-31) указывают на различные действующие элементы данного тэга и на число байтов от начала тэга до требуемых данных. Если несколько адресов обнулены — значит действующего элемента нет и операция не выполнена.

10.11.2 В-кривые

В-кривые — это то же, что входные каналы. Кривые последовательно сохранены, и по мере необходимости между ними вставлены нулевые байты клавиатуры. Каждая В-кривая хранится как внедренный тэг класса `curve` или `parametricCurve` (см. п. 10.5 или п. 10.15). Длины кривых определены согласно конвенции о данном классе кривых. Обращаем внимание, что тэги данного класса включают в себя сигнатуру класса тэгов и зарезервированные байты для каждой кривой.

10.11.3 Матрица

Матрица организована как массив 3x4. Элементы: e_1 - e_{12} . Каждый элемент s15Fixed16-значения.

массив = [e1, e2, e3, e4, e5, e6, e7, e8, e9, e10, e11, e12]

Матрица используется для преобразования данных в различные цветовые пространства:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ e_4 & e_5 & e_6 \\ e_7 & e_8 & e_9 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{10} \\ e_{11} \\ e_{12} \end{bmatrix}$$

(18)

Диапазон входных значений (X_1 , X_2 и X_3) от 0,0 до 1,0. Результирующие значения (Y_1 , Y_2 и Y_3) должны быть посажены в диапазон от 0,0 до 1,0 и использоваться как входные к В-кривым.

Использование матрицы разрешено только в случае, если количество выходных каналов или М-кривых равно 3.

10.11.4 М-кривые

М-кривые — это то же, что входные каналы. Кривые последовательно сохранены, и по мере необходимости между ними вставлены нулевые байты клавиатуры. Каждая М-кривая хранится как внедренный тэг класса `curve` или `parametricCurve` (см. п. 10.5 или п. 10.15). Длины кривых определены согласно конвенции о данном классе кривых. Обращаем внимание, что тэги данного класса включают в себя сигнатуру класса тэгов и зарезервированные байты для каждой кривой. М-кривые используются только тогда, когда использована матрица.

10.11.5 CLUT

CLUT (Color Lookup Table) — это n-мерный массив, где каждое измерение имеет множество входов, отнесенных к множеству узловых точек.

Значения CLUT — это массивы 8 или 16-битных значений без знака, нормированных на диапазоны 0-255 или 65535 соответственно.

CLUT организована как i-мерный массив с переменным количеством узловых точек по каждому измерению, где «i» — количество входных каналов в преобразовании. Индексы узловых точек в первом входном канале меняются медленнее, в последнем входном канале — быстрее. Значение каждой узловой точки — массив «o»-целого числа, где «o» — количество выходных каналов. Первое последовательное целое на входе содержит значение для первой выходной функции, второе последовательное целое

— значение для второй выходной функции и так до конца. Для вычисления размера CLUT в байтах используется следующая формула:

$$n_{\text{Узел1}} \times n_{\text{Узел2}} \times \dots \times n_{\text{УзелN}} \times \text{количество выходных каналов (o)} \times \text{размер канала} \quad (16)$$

Кодирование CLUT показано в таблице 38.

Таблица 38 — Кодирование тэгов класса lutBtoA CLUT

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...15	16	Количество узловых точек в каждом измерении. Используется только первый i-вход, где «i» — количество входных каналов. Неиспользованные входы должны быть установлены на 00h.	ulnt8-значение[16]
16	1	Точные данные в байтах. Должны быть от 01h до 02h.	ulnt8-значение
17...19	3	Резерв клавиатуры, должно быть установлено на 0.	
20...и до конца	См. формулу 16	Узловые точки CLUT (см. в тексте).	ulnt8-значение[...] или ulnt16-значение[...]

Если количество узловых точек в мономерной кривой или в том или ином измерении CLUT равно двум, то значения этих узловых точек должны быть такими, чтобы получить точную линейную интерполяцию промежуточных значений. Если количество входных каналов не равно количеству выходных каналов, то должна присутствовать таблица соответствий.

10.11.6 А-кривые

А-кривые — это то же, что выходные каналы. Они могут быть использованы только тогда, когда используется CLUT. Кривые последовательно сохранены, и по мере необходимости между ними вставлены нулевые байты клавиатуры. Каждая А-кривая хранится как внедренный тэг класса *curve* или *parameterCurve* (см. п. 10.5 или п. 10.15). Длины кривых определены согласно конвенции о данном классе кривых. Обращаем внимание, что тэги данного класса включают в себя сигнатуру класса тэгов и зарезервированные байты для каждой кривой.

10.12 Тэги класса *measurement* (измерение)

Информация *measurement* — это сугубо внутренние данные профайла, которые содержат информацию об измерениях, выполненных нестандартным способом. Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 39.

Таблица 39 — Кодирование *measurement*

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'meas' (6D656173h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...11	4	Кодированные значения стандартного наблюдателя	см. табл. 40 (ниже)
12...23	12	Значения XYZ (результат измерений)	XYZ-значение

24...27	4	Кодированные значения геометрии измерения	см. табл. 41 (ниже)
28...31	4	Кодированные значения учета паразитной подсветки при измерении	см. табл. 42 (ниже)
32...35	4	Кодированные значения стандартного осветителя	см. табл. 43 (ниже)

Кодирование стандартного наблюдателя показано в таблице 40.

Таблица 40 — Кодирование стандартного наблюдателя

Стандартный наблюдатель	Код
Неизвестный	00000000h
CIE 1931 стандартный колориметрический наблюдатель	00000001h
CIE 1964 стандартный колориметрический наблюдатель	00000002h

Кодирование геометрии измерения показано в таблице 41.

Таблица 41 — кодирование геометрии измерения

Геометрия	Код
Неизвестная	00000000h
0/45 или 45/0	00000001h
0/d или d/0	00000002h

Кодирование учета паразитной подсветки при измерении показано в таблице 42, оно эквивалентно основному числовому классу u16Fixed16 в п. 5.3.4.

Таблица 42 — кодирование учета паразитной подсветки при измерении

Учет подсветки	Код
0 (0%)	00000000h
1,0 (или 100%)	00010000h

Кодирование стандартных осветителей показано в таблице 43.

Таблица 43 — Кодирование стандартных осветителей

Стандартный осветитель	Код
Неизвестный	00000000h
D50	00000001h
D65	00000002h
D93	00000003h

F2	00000004h
D55	00000005h
A	00000006h
Equi-Power (E)	00000007h
F8	00000008h

10.13 Тэги класса multiLocalizedUnicode (многоязыковая поддержка)

Данная теговая структура профайла содержит строки установок многоязыковой поддержки. Каждая строка сохранена в виде отдельной записи с информацией о языке и регионе.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 44.

Обращаем внимание, что третье поле в данном тэге, предназначенное для размера названий, на сегодня должно быть равно 12, что соответствует размеру (в байтах) каждой записи. Любой код, который обращается к n-записи, должен определить адрес записи за счет умножения n на размер содержимого каждого поля + 16. Данная добавка — резерв для будущего возможного расширения записей. Добавка делается по мере необходимости и не должна приводить к появлению нового класса тэгов.

Примечание 1: множественные строки внутри данного тэга разрешают совместное использование области хранения. К примеру, en/US и en/UK может относиться к тем же строковым данным.

Для спецификации Юникода, см. Unicode Standard, изданный Unicode Consortium, или <http://www.unicode.org>. Для определения кода языка регионов, см. ISO 639 и ISO 3166. Строки Юникода должны быть последовательно закодированы 16-битным big-endian (UTF-16BE) и не должны заканчиваться как NULL.

Примечание 2: дополнительно см. техническое примечание ICC 01-2002, доступное на www.color.org.

Если в тэге не сохранена строка нужного региона, то должна использоваться строка с кодом того же языка. Если в тэге не сохранена строка нужного языка — используется первая строка тэга (если не доступны никакие другие пользовательские установки).

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 44.

Таблица 44 — Кодирование многоязыковой поддержки (multiLocalizedUnicode)

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'mluc' (0x6D6C7563) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...11	4	Количество названий (n): следовательно, количество записей названий	uint32-значение
12...15	4	Размер названия: следовательно, длина каждого названия в байтах. На сегодняшний день каждая запись начинается кодом первого названия языка и заканчивается кодом адреса первого названия	uint32-значение
16...17	2	Код первого названия языка: код языка согласно ISO-639	uint16-значение
18...19	2	Код первого названия страны: региональный код согласно ISO-3166	uint16-значение
20...23	4	Длина первого названия: в байтах на строку	uint32-значение

24...27	4	Адрес первого названия: адрес начала тэга в байтах	uint32-значение
28...28+(12*(n-1))-1 (или 15+12*n)	12*(n-1)	Если больше одной записи, сохраняется здесь	
28+(12*(n-1)) (или 16+12*n)...и до конца		Область хранения Unicode-символов.	

10.14 Тэги класса namedColor2 (спотовые цвета)

Тэги класса namedColor2 — это массив структур, содержащий цветовые координаты спотовых цветов, именованных 7-битными символами ASCII: каждому именованному споту присвоено значение PCS и дополнительно — аппаратные данные. Оба представления — это 16-битные значения. PCS-значения должны быть относительно колориметрическими. Аппаратные данные заносятся в поле «Цветовое пространство данных» («color space of data»). В тэгах обсуждаемого класса данные должны быть совместимы с полем «Количество компонент устройства» («Number of device components»). Если это поле — 0, координаты устройства (device coordinates) не представлены. PCS-значения представлены всегда, и представление PCS должно соответствовать полю PCS заголовка. Названия спотов имеют фиксированную длину, 32-битовые поля заканчиваются null.

Для обеспечения максимальной совместимости профайлов не следует использовать спецсимволы 7-битного набора ASCII.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 45.

Таблица 45 — Кодирование namedColor2

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'ncl2' (6E636C32h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...11	4	Метка вендора (наименьшие значения 16 битов зарезервированы для ICC)	
12...15	4	Количество спотов (n)	uint32-значение
16...19	4	Количество аппаратных данных для каждого спота (m)	uint32-значение
20...51	32	Префикс для каждого спота (32-битовое поле включает null-концовку)	7-bit ASCII
52...83	32	Суффикс для каждого спота (32-битовое поле включает null-концовку)	7-bit ASCII
84...115	32	Первое «корневое» имя спота (32-битовое поле включает null-концовку)	7-bit ASCII
116...121	6	Первые PCS-координаты спотов. Кодирование такое же, как кодирование самого PCS, описанное в пп. 6.3.4.2 и 10.8. Только 16-битный L*a*b* использует специфическое 16-битное PCS Lab-кодирование по данному тэгу. Использование XYZ разрешено. Значения PCS должны быть относительно колориметрическими	uint16-значение[3]

122...121+(m*2)	m*2	Первые аппаратные координаты спотов. Для каждой координаты кодировка 0000h представляет минимальное значение и FFFFh — максимальное. Значения координат берутся из поля «Значения аппаратных координат». Если это поле — 0, значит оно не представлено	uint16-значение[...]
122+(m*2)...и до конца	(n-1)*(38+m*2)	Если n>1, то оставшиеся n-1 спотов описаны так же, как и первый спот, см. адреса 84...121+(m*2)	

Для Lab-значений данный тэг на своей PCS-стороне использует 16-битную Lab-кодировку, описанную в п. 10.8 (таблицы 32 и 33), но не 16-битную CIELAB PCS кодировку, описанную в п. 6.3.4.2 (таблицы 8 и 9), поскольку данная кодировка обеспечивает совместимость с профайлами версии 2. L*-значения кодируются отлично от a*- и b*-значений. 16-битное кодирование L*-значений показано в таблице 32, а 16-битное кодирование a*- и b*-значений показано в таблице 33. Обращаем внимание, что 16-битное кодирование L* может представлять значения даже чуть большие, чем 100,0, но поскольку они не входят в диапазон PCS L*, то не должны быть использованы. 16-битное кодирование a* и b* может представлять значения, чуть большие 127,0. Поскольку теоретические допуски a* и b* далеко за пределами этих значений, превышение допустимо и валидно PCS.

При конверсии 16-битных Lab-значений по данному тэгу в кодировку 16-битного CIELAB PCS (см. в п. 6.3.4.2, табл. 8 и 9) все значения умножаются на 65535/65280 (что соотв. FFFFh/FF00h). Некоторые значения цветов из диапазона 16-битного PCS Lab по данному тэгу не имеют эквивалента в 16-битной CIELAB PCS-кодировке и должны быть отсечены на оси данного пространства. При конверсии цветовых значений 16-битного CIELAB PCS в значения 16-битного Lab по данному тэгу все значения делятся на 65535/65280.

10.15 Тэги класса parametricCurve (параметрические кривые)

Тэги класса parametricCurve описывают мономерную кривую, определяя одну функцию с теми или иными параметрами. Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 46.

Таблица 46 — Кодирование parametricCurve

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'para' (70617261h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...9	2	Код класса функции	uint16-значение (см. табл. 47)
10...11	2	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
12...и до конца	см. табл. 47	Один и более параметров (см. табл. 47)	s15Fixed16-значение[...]

Кодирование поля класса функций и их параметров показано в таблице 47.

Таблица 47 — Кодирование функций типа parametricCurve

Длина поля (в байтах)	Тип функции	Код	Параметры	Примечание
4	$Y = X^{\gamma}$	0000h	γ	

12	$Y = (aX+b)^{\gamma} \quad (X \geq -b/a)$ $Y = 0 \quad (X < -b/a)$	0001h	$\gamma a b$	CIE 122-1966
16	$Y = (aX+b)^{\gamma} + c \quad (X \geq -b/a)$ $Y = c \quad (X < -b/a)$	0002h	$\gamma a b c$	IEC 61966-3
20	$Y = (aX+b)^{\gamma} \quad (X \geq d)$ $Y = cX \quad (X < d)$	0003h	$\gamma a b c d$	IEC 61966-2.1 (sRGB)
28	$Y = (aX+b)^{\gamma} + e \quad (X \geq d)$ $Y = (cX+f) \quad (X < d)$	0004h	$\gamma a b c d e f$	

Примечание: если необходимо, то функции можно добавлять.

Область определения и область изменения каждой функции должна быть в диапазоне от 0,0 до 1,0. Любое значение, находящееся за пределами области изменения, должно быть отсечено (clipped) на эту область. Когда целое без знака подается на вход, оно будет конвертировано в область определения делением на коэффициент $(2N)-1$, где N — количество битов, использованных для представления входных данных. Когда целое без знака требуется на выходе, оно должно быть конвертировано из области изменения умножением на коэффициент $(2M)-1$, где M — количество битов, использованных для представления выходных данных.

Если данные на входе представляют собой XYZ PCS, то $1+(32767/32768)$ приводится к 1,0. Если данные на выходе — XYZ PCS, то значение 1,0 приводится к $1+(32767/32768)$.

10.16 Тэги класса profileSequenceDesc (последовательность профайлов)

Тэги данного класса — это массив структур, каждая из которых несет в себе информацию из заголовков и тэгов исходных профайлов, объединенных с целью создания результирующего профайла. Порядок структур — это порядок объединения профайлов, в том числе включающий структуру результирующего профайла. Описывается весь путь от источника к целевому профайлу, что типично для DeviceLink.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 48.

Таблица 48 — Структура последовательности профайлов (profileSequenceDesc)

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'pseq' (70736571h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...11	4	Число описаний структур в массиве
12...и до конца	Вариабельно	Число структур описания профайла

Каждая структура описания профайла имеет формат, показанный в таблице 49

Таблица 49 — Структура описаний профайлов (Profile Description)

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	Сигнатура производителя устройства (из заголовка соответствующего профайла)
4...7	4	Сигнатура модели устройства (из заголовка соответствующего профайла)

8...15	8	Атрибуты устройства (из заголовка соответствующего профайла)
16...19	4	Технология устройства (к примеру: CRT, краско-сублимация и т.п.) (из сигнатуры технологии профайла)
20...m	Вариабельно	Отображаемое на экране описание производителя устройства (из тэга deviceMfgDescTag)
m+1...n	Вариабельно	Отображаемое на экране описание модели устройства (из тэга deviceModelDescTag).

Если deviceMfgDescTag и/или deviceModelDescTag не представлены в результирующем профайле, то должен быть вставлен тэг-"заполнитель". В «значение полей имен» у данного тэга должен быть поставлен 0 (структура multiLocalizedUnicode).

Обращаем внимание, что также должен быть сохранен полный тэг, включая его класс. Если technologyTag не представлен, байты 16...19 должны быть 00000000h.

10.17 Тэги класса responseCurveSet16

ICC-профайлы монитора и профайлы устройств вывода воспроизводят желаемый цвет только тогда, когда четко фиксировано соотношение между нормированными аппаратными данными (кодами устройства) и физическим количеством колоранта. Данное соотношение — это т.н. эталонный ответ устройства (reference response). Если т.н. текущий ответ устройства (current response) отклонился от эталонного, профайл не даст правильного результата.

Построение профайла для текущего ответа устройства далеко не всегда удобно и практично, и подчас достаточно компенсировать отклонения за счет изменения отдельных кодов в каналах.

Предназначение тэгов данного класса состоит в создании механизма связи между физическим количеством колорантов и нормированными кодами устройства, модифицирующего тэги lut8, lut16, lutAToB или lutBtoA таким образом, чтобы коррекция изменений могла быть выполнена без построения нового профайла. Для внесения поправок в отдельные выходные каналы и получения оптимальных результатов механизм может задействовать приложения, использующие совсем недорогой и вполне доступный пользовательский инструментарий.

Для выполнения компенсации необходима информация двух категорий: данные эталонного ответа и данные ответа текущего. Тэги данного класса обеспечивают механизм, позволяющий программам построения профайлов точно определять эталонный ответ; к сожалению, на сегодня нет пути, позволяющего приложениям определять и использовать данные текущего ответа.

В фотографии, полиграфии и телеиндустрии для определения количеств колорантов используются разные стандарты и технологии измерений.

В задачу программы построения профайла входит выявление эталонного ответа из множества вариантов измерений, выполненных пользовательским прибором. Поскольку видов измерений очень много, между ними не всегда возможен обмен данными (приборы чаще всего используют лишь один из возможных вариантов), поэтому необходима поддержка большого количества разных видов измерений. Программа построения профайла должна решать, какой из видов измерения соответствует тому или иному устройству.

Вот несколько примеров: для цветовых процессов необходимы данные об оптической плотности. Плотность за красным фильтром дает информацию о суап-канале, плотность за зеленым фильтром — о канале magenta, плотность за синим фильтром информирует о желтом, а нейтральная плотность — о черном. Для других колорантов, таких как спотовые краски или краски Hi-Fi-системы, выбор единиц измерения — прерогатива программы построения профайлов. В мире используются разные стандарты измерения оптической плотности, и очень важно, чтобы программа построения профайлов сообщала о том, какими стандартами она располагает. В таблице 52 представлены несколько подходящих вариантов измерения оптической плотности: Status T, Status E, Status I и стандарт DIN.

Тэги класса responseCurveSet16 связывают нормированные коды устройства, полученные из тэга класса lut16, с оптической плотностью результирующего количества колоранта. Коды устройства, полученные из тэга класса lut8, должны быть предварительно умножены на 257 (101h).

Для тех полей, что были структурированы в массивах данных по каналам, определено соответствующее цветовое пространство и кодировка (см. табл. 31).

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 50.

Таблица 50 — Структура responseCurveSet16

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'rCS2' (72637332h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...9	2	Число каналов	uint16-значение
10...11	2	Виды измерения	uint16-значение
12...m		Массив адресов относительно нулевого байта данной структуры с одним входом для каждого варианта измерений. Каждый указывает на данные ответа по тому или иному типу измерения	uint32-значение[...]
m+1...n		Ответные кривые	См. табл. 51 (ниже)

Формат каждой ответной кривой показан в таблице 51.

Таблица 51 — Структура кривых

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	Сигнатура вида измерений	
4...m		Число измерений на каждый канал: это массив с одним входом на каждый канал. Каждый элемент массива детально описывает вид измерений по каждому каналу	uint32-значение[...]
m+1...n		Результаты измерения сплошной плашки того или иного колоранта по числу каналов. PCS-значения должны быть относительно колориметрическими	XYZ-значение[...]
n+1...p		Массив ответов по числу каналов. Каждый массив содержит данные измерений, кодированных как response16-значение по каждому каналу. Последовательность массивов та же, что и последовательность каналов согласно табл. 31 по соответствующему цветовому пространству	response16-значение[...]

Примечание: значения XYZ — это трехстимульные значения CIEXYZ (согласно п. 5.1.11), которые должны быть относительно колориметрическими. Последовательность массива ответов задается по возрастанию нормированных значений аппаратных данных.

Варианты измерений кодируются согласно табл. 52.

Таблица 52 — Кодирование вариантов измерений¹

Вариант измерения	Сигнатура	Шестнадцатеричный код
Status A: ISO 5-3 денситометрия. Стандарт работы денситометров на отражение (для измерений цветных фотографий)	'StaA'	53746141h
Status E: ISO 5-3 денситометрия. Европейский стандарт денситометрии на отражение	'StaE'	53746145h
Status I: ISO 5-3 денситометрия. Обычно используется для узкополосных или интерференционных измерений	'Stal'	53746149h
Status T: ISO 5-3 широкополосная спектроденситометрия на отражение. Стандарт, принятый в США для спектроденситометров на отражение	'StaT'	53746154h
Status M: ISO 5-3 денситометрия. Денситометрия цветных негативов	'StaM'	5374614Dh
DIN E: DIN 16536-2 денситометрия без поляризационного фильтра	'DN'	434E2020h
DIN E: DIN 16536-2 денситометрия с поляризационным фильтром	'DN P'	434E2050h
DIN I: DIN 16536-2 узкополосная денситометрия без поляризационного фильтра	'DNN'	434E4E20h
DIN I: DIN 16536-2 узкополосная денситометрия с поляризационным фильтром	'DNNP'	434E4E50h

10.18 Тэги класса s15Fixed16Array

Тэги данного класса представляют массив 4-байтных/32-битных сгенеренных фиксированных точек. Число значений определено размером тэга.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 53.

Таблица 53 — Кодирование тэгов класса s15Fixed16Array

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'sf32' (73663332h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...и до конца		Как массив из s15Fixed16-значений

¹ В оригинальном тексте допущена опечатка: вместо «Table 52 — unit measurement encoding» значится» «Table 52 — curve measurement encoding». В переводе исправлено.

10.19 Тэги класса signature (сигнатуры)

Тэги данного класса содержат четырехбайтовую последовательность, описанную в табл. 22. Последовательности, состоящие меньше чем из четырех символов, дополняются концевыми пробелами (20h). Обычно данный класс тэгов используется для зарегистрированных тэгов, отображаемых на экране многими операционными системами как последовательность из четырех символов.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 54.

Таблица 54 — Кодирование сигнатур

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'sig' (73696720h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...11		Четырехбайтовая сигнатура

10.20 Тэги класса text (тексты)

Тэги данного класса — это простые текстовые структуры, состоящие из 7-битных ASCII-символов. Длина строки получается вычитанием 8 из непосредственного размера части тэга. Строка должна заканчиваться нулевым байтом (00h).

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 55.

Таблица 55 — Кодирование текстов

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'text' (74657874h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...и до конца		Строка 7-битных ASCII-символов (размер элемента — 8)

10.21 Тэги класса u16Fixed16Array

Тэги данного класса представляют массив 4-байтных/32-битных сгенеренных фиксированных точек. Число значений определено размером тэга.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 56.

Таблица 56 — Кодирование u16Fixed16Array

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'uf32' (75663332h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...и до конца		Как массив из u16Fixed16-значений

10.22 Тэги класса ulnt16Array

Тэги данного класса представляют массив 2-байтных/16-битных сгенеренных фиксированных точек. Число значений определено размером тэга.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 57.

Таблица 57 — Кодирование ulnt16Array

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'ui16' (75693136h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...и до конца		Как массив 16-битных целых без знака

10.23 Тэги класса ulnt32Array

Тэги данного класса представляют массив 4-байтных/32-битных сгенеренных фиксированных точек. Число значений определено размером тэга.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 58.

Таблица 58 — Кодирование ulnt32Array

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'ui32' (75693332h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...и до конца		Как массив 32-битных целых без знака

10.24 Тэги класса ulnt64Array

Тэги данного класса представляют массив 8-байтных/64-битных сгенеренных фиксированных точек. Число значений определено размером тэга.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 59.

Таблица 59 — Кодирование ulnt64Array

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'ui64' (75693634h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...и до конца		Как массив 64-битных целых без знака

10.25 Тэги класса ulnt8Array

Тэги данного класса представляют массив 1-байтных/8-битных сгенеренных фиксированных точек. Число значений определено размером тэга.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 60.

Таблица 60 — Кодирование ulnt8Array

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...3	4	'ui08' (75693038h) сигнатура класса тэгов
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0
8...и до конца		Как массив 8-битных целых без знака

10.26 Тэги класса viewingConditions (условия просмотра)

Тэги данного класса описывают установки параметров условий просмотра, включающие в себя: CIE «абсолютные» XYZ-значения источника освещения и CIE «абсолютные» XYZ-значения окружения.

Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 61.

Таблица 61 — Кодирование условий просмотра

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'view' (76696577h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...19	12	CIE «абсолютные» XYZ-значения источника (где Y — это cd/m ²)	XYZ-значение
20...31	12	CIE «абсолютные» XYZ-значения окружения (где Y — это cd/m ²)	XYZ-значение
32...35	4	Тип источника	Как описано в measurement

Условия просмотра, описанные данным тэгом, — это фактические условия просмотра, выраженные в «абсолютных» CIE-значениях, принятых для носителя изображений, указанного в профайле. Обращаем внимание, что luminanceTag (тэг яркости) должен быть таким же, как Y-значение, взятое из данного тэга.

10.27 Тэги класса XYZ

Данный тэг содержит массив кодированных троек значений XYZ, их количество определено размером тэга. Расположение байтов и кодирование показаны в таблице 62. Значения XYZ не должны быть отрицательными.

Описанная кодировка позволяет выполнить оптимизацию, сведя к минимуму количество фиксированных форматов.

Таблица 62 — Кодирование XYZ

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое	Кодируется как:
0...3	4	'XYZ' (58595A20h) сигнатура класса тэгов	
4...7	4	Зарезервировано, должно быть установлено на 0	
8...и до конца	12	Как массив XYZ-значений	XYZ-значение

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(для общей информации)

Цветовые пространства

1 Общие положения

Формат профайлов, позиционированный в данном международном стандарте, поддерживает различные аппаратно-зависимые и аппаратно-независимые цветовые пространства, которые разделены на три больших класса:

- пространства, основанные на CIEXYZ;
- пространства, основанные на RGB;
- пространства, основанные на CMY.

Описано также ахроматическое (серое) цветовое пространство. Основные пространства и их производные показаны в таблице А.1.

Таблица А.1 — Поддержка цветовых пространств

Базовое пространство	Описание	Производное пространство
CIEXYZ	Базовое аппаратно-независимое цветовое пространство CIE	CIELAB
GRAY	Монохромное аппаратно-зависимое цветовое пространство	
RGB	Базовое аддитивное аппаратно-зависимое цветовое пространство	HLS, HSV
CMY	Базовое субтрактивное аппаратно-зависимое цветовое пространство	CMYK

Цветовые пространства CIE определены в публикации CIE № 15.2 — Колориметрия. Подмножество пространств, производных от CIEXYZ, определено как набор пространств связи для обеспечения требуемого однозначного цветового описания (подробнее см. Приложение D). Аппаратно-зависимые пространства выполняют лишь представительную функцию, при их использовании нет необходимости усовершенствовать спецификацию формата профайлов или программного обеспечения. Помимо прочих в данном международном стандарте детально описаны такие пространства, как xCLR (где x от 2 до F — см. табл. 15).

2 Параметры цветовых измерений

По умолчанию параметры измерений для пространства связи профайлов (и всех прочих пространств, позиционированных данной спецификацией) основаны на ISO 13655-стандарте: «Полиграфия — спектральные измерения и колориметрические вычисления для изображений». Суть определений ISO сводится к тому, что должна использоваться $0^\circ/45^\circ$ или $45^\circ/0^\circ$ -геометрия измерения, а значения XYZ должны быть высчитаны по стандартному D50-осветителю с использованием кривых сложения стандартного наблюдателя CIE (1931). Единственным отличием ISO-стандарта от данной спецификации является то, что все значения XYZ разделены на 100, соответственно $Y=1$ по идеальному отражающему рассеивателю (и по белой точке носителя при вычислении относительных значений колориметрии). Отметим, что при выполнении измерений на отражение ISO 13655 сегодня рекомендует использовать черную подкладку, тогда как многие пользователи предпочитают белую. Однако стандарт ISO 13655 постоянно обновляется, и вполне вероятно, что данная рекомендация может быть пересмотрена.

Один из первых шагов в создании профайла — это получение колориметрических данных с тестового изображения или репродукции. Колориметрические данные должны быть откорректированы с учетом паразитного блеска (если условия измерения создают блеск, уровень которого отличается от допустимого при высококачественных измерениях на отражение). Кроме того, если освещение тестового объекта

или репродукции отличается от эталонного осветителя (D50), то для учета хроматической адаптации полученные значения необходимо подвергнуть определенному преобразованию (chromatic adaptation transform). Для относительной колориметрически точной цветопередачи белой точке устройства за счет шкалирования присваивается значение белой точки PCS. Для perceptual intent программой построения профайлов должны быть учтены такие факторы, как условия просмотра, отличия в цветовом охвате между фактическим и эталонным носителями, а также пользовательские установки.

Сегодня ICC активно обсуждает возможность использования различных осветителей для PCS, и из этих соображений в заголовок профайла включено поле PCS-осветителя. Однако в данном стандарте осветитель все же должен быть CIE D50-осветителем ($X=0,9642$, $Y=1,0000$, $Z=0,8249$), как показано в п. 7.2.16 (не следует путать поле PCS-осветителя с тэгами условий просмотра: viewingConditionsDescTag и viewingConditionsTag — см. пп. 9.2.36 и 9.2.37).

Как сказано в п. 6.3, PCS основано на относительной колориметрии, которая в логике ICC толкуется как колориметрия абсолютная. В ICC-абсолютной колориметрии цвета представлены по отношению к какому-либо источнику освещения, например D50, и к идеальному рассеивателю для отражающих и пропускающих сред. В ICC-относительной колориметрии цвета представлены по отношению к комбинации источника с белой точкой носителя, то есть с незапечатанной поверхностью.

На практике фактический носитель изображения и фактические условия просмотра имеют определенные отличия от эталонных. Спецификация профайлов позиционирует тэги, которые несут информацию о фактической белой и черной точках данного носителя или монитора. Эти тэги могут быть использованы СММ для реализации его дополнительных возможностей, к примеру, пользовательский СММ может использовать эти тэги для колориметрических вычислений, основанных на минимальной оптической плотности (D_{\min}) специфического носителя, в то время как обычно для этих целей используется наибольшая светлота (L^*).

Отметим, что данный тэг лишь описывает просмотрное место и что его информация полезна при использовании профайла, построенного с расчетом на те или иные условия просмотра.

3 Кодирование PCS

Существует множество способов кодирования CIE-колориметрии. Данная спецификация предлагает два таких метода, которые удовлетворяют требованиям качества и экономии дискового пространства. Это будут CIELAB-кодирование и 16-битное CIEXYZ-кодирование, описанное в п. 6.3.4.

CIEXYZ отражает линейное преобразование усредненных данных цветового уравнивания со всеми спектрально-чистыми стимулами за счет смещения красного, зеленого и синего лучей. Данные получены в результате экспериментов, проведенных в 1920-х годах.

Более или менее равномерная по ощущениям система CIELAB представляет собой результат преобразования пространства CIEXYZ. Равномерность Lab обеспечивает более или менее ровное распределение цветовых погрешностей в области его определения. Двухвариантность кодирования существенно повышает функциональность системы управления цветом и дает колоссальную гибкость в решении пользовательских задач, таких, как обеспечение высокой точности цветопередачи и экономии ресурсов памяти компьютера.

Отношения между PCS CIEXYZ и PCS CIELAB представлены набором уравнений (см. ниже), согласно ISO 13655:1996 (Приложение B, параграф B.1), за исключением того, что в качестве релевантной белой точки используется белая точка носителя (а не источник света):

$$\frac{X}{X_n} \text{ заменен на } \frac{X_r}{X_i} \text{ (или } \frac{X_a}{X_{mw}} \text{)} \quad (\text{A.1})$$

$$\frac{Y}{Y_n} \text{ заменен на } \frac{Y_r}{Y_i} \text{ (или } \frac{Y_a}{Y_{mw}} \text{)} \quad (\text{A.2})$$

$$\frac{Z}{Z_n} \text{ заменен на } \frac{Z_r}{Z_i} \text{ (или } \frac{Z_a}{Z_{mw}} \text{)} \quad (\text{A.3})$$

где XYZ_a , XYZ_i , XYZ_{mw} и XYZ_r определены в п. 6.3.2.

Уравнения следующие:

$$L^* = 116 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] - 16 \quad (\text{A.4})$$

$$a^* = 500 \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] \quad (\text{A.5})$$

$$b^* = 200 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right] \quad (\text{A.6})$$

для:

$$\frac{X}{X_n} > 0,008856 \quad f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \left(\frac{X}{X_n}\right)^{1/3} \quad (\text{A.7})$$

$$\frac{Y}{Y_n} > 0,008856 \quad f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} \quad (\text{A.8})$$

$$\frac{Z}{Z_n} > 0,008856 \quad f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{1/3} \quad (\text{A.9})$$

для:

$$\frac{X}{X_n} \leq 0,008856 \quad f\left(\frac{X}{X_n}\right) = 7,7870 \left(\frac{X}{X_n}\right) + \frac{16}{116} \quad (\text{A.10})$$

$$\frac{Y}{Y_n} \leq 0,008856 \quad f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = 7,7870 \left(\frac{Y}{Y_n}\right) + \frac{16}{116} \quad (\text{A.11})$$

$$\frac{Z}{Z_n} \leq 0,008856 \quad f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = 7,7870 \left(\frac{Z}{Z_n}\right) + \frac{16}{116} \quad (\text{A.12})$$

$$\text{где } 7,7870 = \left[\frac{29}{6 \times \sqrt{3}} \right]^2 \quad (\text{A.13})$$

и X, X_n, Y, Y_n, Z, Z_n определены в ISO 13655. (A.14)

Отметим, что кодирование PCS не является его квантованием: цель кодирования состоит в том, чтобы получить возможность позиционировать точки внутри цветового пространства. Последнее выгодно с тех позиций, что интерполированные результаты AtoB-преобразований будут использованы как вход для преобразований BtoA. Результаты AtoB-преобразований не должны округляться до ближайшего кодового значения.

4 Внешние и внутренние преобразования

Модули CMM и прочие приложения (которые используют ICC-тэги для выполнения цветовых преобразований) в дополнение к табличной интерполяции, как правило, выполняют еще два вида обработки данных: первый вид необходим, поскольку обрабатываемые цветовые значения (скажем, пикселей изображения) могут не соответствовать точности ICC-тэгов (к примеру, тэгов классов Lut16 и Lut8), и, следовательно, точность этих значений должна быть изменена на входе (или в результате) данного преобразования; второй вид необходим, потому что существует более чем один вид кодирования PCS.

Отметим, что два вида дополнительной обработки прежде всего затрагивают соответственно **внешние** и **внутренние** интерфейсы ICC-обработки данных, то есть данные должны быть конвертированы на выходе первого преобразования для передачи их на вход второго преобразования.

В первом случае (внешний интерфейс) метод преобразования состоит в умножении цветовых значений на $(2^M-1)/(2^N-1)$, где N — начальные значения (в битах), а M — требуемые значения (в битах). То есть происходит преобразование значений от 0 до (2^N-1) в значения от 0 до (2^M-1) . К примеру, при подготовке 8-битного изображения к подаче на вход тэга класса Lut16 коэффициент шкалирования будет равен $(216-1)/(28-1) = 65535,0/255,0 = 257,0$. Обращаем внимание на то, что шкалирование значений цветов

(аппаратных данных или значений какого-либо иного цветового пространства) — это не умышленное изменение точности, к примеру, если некое значение в изображении представляет L^* как 31,0, то шкалированное значение также будет представлять L^* как 31,0. Однако снижение точности все-таки может вызвать небольшую ошибку, при этом, если от шкалирования требуется получение целого значения, оно должно быть результатом округления, но не усечения.

Во втором случае (внутренний интерфейс) необходимое преобразование между CIEXYZ и CIELAB использует формулы, описанные в п. А.3.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Нормативный материал)

Внедрение профайлов

В.1 Общие положения

Данное приложение детализирует требования к внедрению профайлов устройств в PICT-, EPS-, TIFF-, JFIF- и GIF-файлы изображений и описывает возможные варианты этого внедрения.

Все профайлы за исключением абстрактных и DeviceLink-профайлов могут быть прикреплены к файлам изображений. Готовый профайл должен быть вложен в файл изображения со всеми своими тэгами — неизмененными и неповрежденными.

Примечание: иные форматы файлов изображений, к примеру те, что описаны ISO 15444-2, и патентованные форматы файлов изображений (такие, как PSD) также могут содержать в себе ICC-профайлы. В данном приложении детально описаны требования по внедрению, но как именно должны крепиться профайлы, не описывается. Форматы файлов, которые допускают внедрение в себя ICC-профайлов, можно взять на www.color.org

В.2 Внедрение ICC-профайлов в PICT-файлы

В спецификации к PICT-стандарту компания Apple Computer Inc. определила т.н. QuickDraw-комментарий (PicComment) для прикрепленных ICC-профайлов. Значение комментария сопровождается четырехбайтовым селектором, который описывает класс данных комментария. Использование селектора обеспечивает большую гибкость в использовании данной информации будущими СММ. Селекторы, показанные в таблице В.1, на сегодня определены как:

Таблица В.1 — PICT-селекторы

Селектор	Описание	
0	Начало ICC-профайла	Следует данным профайла
1	Продолжение данных профайла	Следует данным профайла
2	Конец данных профайла	Не следует данным профайла

Поскольку параметр размера данных (dataSize) в комментарии — это 16-битное значение со знаком, максимальное количество данных профайла, которое может быть размещено в одном комментарии, составляет 32763 байт (32767 за вычетом 4 байт селектора). Большие профайлы могут быть внедрены с использованием множественных комментариев с селектором класса 1. Данные профайла должны внедряться последовательно, причем последний фрагмент данных профайла должен сопровождаться комментарием с селектором класса 2.

Все прикрепленные ICC-профайлы, включая те, что занимают один комментарий, будут сопровождаться комментарием конца профайла (селектор 2), к примеру:

ПРИМЕР 1: Внедрение профайла размером 20 КБ.

```
PicComment kind = 224, dataSize = 20 КБ + 4, selector = 0, profile data = 20 КБ  
PicComment kind = 224, dataSize = 4, selector = 2
```

ПРИМЕР 2: Внедрение профайла 50 КБ.

```
PicComment kind = 224, dataSize = 32 КБ, selector = 0, profile data = 32 КБ - 4  
PicComment kind = 224, dataSize = 18 КБ + 8, selector = 1, profile data = 18 КБ + 4  
PicComment kind = 224, dataSize = 4, selector = 2
```

ColorSync 1.0 использует CMBeginProfile (220) и CMEndProfile (221) в начале и конце комментария. Комментарий CMBeginProfile не поддерживается ICC-профайлами; однако комментарий CMEndProfile может быть использован в конце текущего профайла, дабы сразу приступить к использованию системного профайла ColorSync обеих версий (1.0 и 2.0).

Комментарии `CMEnableMatching` (222) и `CMDisableMatching` (223) используются соответственно в начале и в конце процесса обеспечения цветового соответствия обеими версиями ColorSync (1.0 и 2.0).

Примечание: для получения более подробной информации о комментариях см. «Advanced Color Imaging on the Mac OS», Apple Computer, 1995.

В.3 Внедрение ICC профайлов в EPS-файлы

Внутри EPS-формата есть два места, куда могут быть внедрены ICC-профайлы:

1. Экранное превью.
2. Описание самой страницы.

Внедрение профайла в экранное превью необходимо для того, чтобы приложения могли достоверно отобразить цвета содержимого EPS-страниц. Внедрение профайла в самое описание страниц необходимо для того, чтобы высокоорганизованные приложения, такие, как OPI-программы, могли выполнять цветовые преобразования изображений и заменять последние. Для получения общей информации относительно PostScript Document Structuring Conventions (DSC), EPS-формата или определенных PostScript-операторов — см. PostScript Language Manual.

1. Существует множество различных методов сохранения превью внутри EPS-файла и выбор метода зависит от программного оснащения. Для межплатформенных приложений с прикрепленными профайлами рекомендовано TIFF-превью (TIFF-формат в свое время был расширен в целях поддержки системы внедрения ICC-профайлов).

Способ внедрения ICC-профайлов целиком зависит от той или иной компьютерной платформы. Для платформы Macintosh компания Apple определила оригинальный метод прикрепления ICC-профайлов к PICT-файлам (см. В.2).

Описание страницы в EPS-файле может задействовать разные цветовые пространства. Для экранного превью должно быть выполнено цветовое преобразование в какое-либо одно цветовое пространство.

2. ICC-профайлы также могут быть внедрены в страничный блок EPS-файла с использованием `%%BeginICCProfile: / %%EndICCProfile`-комментариев:

```
%%BeginICCProfile: <profileid> <numberof> [<type> [<bytesorlines>]]
<profileid> ::= <text> (Profile ID)
<numberof> ::= <int> (Lines or physical bytes)
<type> ::= Hex | ASCII (Type of data)
<bytesorlines> ::= Bytes | Lines (Read in bytes or lines)
%%EndICCProfile (no keywords)
```

Перечисленные выше комментарии разработаны как блок информации о прикрепленных ICC-профайлах. Если тип аргумента пропущен, то принимаются ASCII-данные. ASCII относится к ASCII base-85 данным. Если `bytesorlines` пропущен, то `<numberof>` будет отображать байты данных. Если `<numberof> = -1`, то значение байтов неизвестно. В данном случае, чтобы перескочить через профайл, необходимо прочитать данные до встречи с `%%EndICCProfile`-комментарием.

`<profileid>` — это ID-профайла, обеспечивающий синхронизацию с `setcolorspace` и `findcolor-rendering`-операторами и связь с операндами постскрипта (см. ниже). Обращаем внимание на то, что `<numberof>` отображает байты физических данных, которые в некоторых позициях могут отличаться от байтов виртуальных данных. В шестнадцатеричном варианте каждый байт виртуальных данных представлен двумя ASCII-символами (два байта физических данных). Хотя интерпретатор постскрипта игнорирует пробелы и знаки процента в шестнадцатеричных и ASCII-данных, они включены в подсчет байтов.

Каждая строка данных профайла должна начинаться с отдельного знака процента, следующего за пробелом, что заполняет раздел профайла в постскрипте и дает возможность посылать файл изображения на принтер непосредственно, без изменений. Пробел избавляет от путаницы с открытым механизмом расширения, который связан DSC-комментариями.

ICC-профайлы могут быть внедрены в EPS-файлы, для того чтобы «продвинутые» приложения могли извлечь эти профайлы и осуществлять цветовую обработку на их основе, — в таких ситуациях желательно точно определять цветовое пространство страниц и способ цветопередачи, поскольку в разных цветовых процессах используются разные цветовые пространства и разные способы цветопередачи.

`%%BeginSetColorSpace: / %%EndSetColorSpace-` и `%%BeginRenderingIntent: / %%EndRenderingIntent-` комментарии определяют соответственно цветовое пространство и способ цветопередачи.

```
%%BeginSetColorSpace: <profileid>
```

```
<profileid> ::= <text> (ICC Profile ID)
%%EndSetColorSpace (no keywords)
```

<profileid> поставляет профайловый идентификатор, соответствующий данному цветовому пространству. ICC-профайл с таким идентификатором участвует в работе постскрипта, используя %%BeginICCProfile:/%EndICCProfile-комментарий вплоть до %%BeginSetColorSpace-комментария.

Примечание 1: в данном примере использовано CIE 1931 (XYZ)-пространство с белой точкой D65, что соответствует ICC-профайлу с <profileid> = XYZProfile.

```
%%BeginSetColorSpace: XYZProfile
[/CIEBasedABC <<
/WhitePoint [0.9505 1 1.0890]
/RangeABC [0 0.9505 0 1 0 1.0890]
/RangeLMN [0 0.9505 0 1 0 1.0890]
>>] setcolorspace
%%EndSetColorSpace
```

В комментарии включена команда «setcolorspace». Постскрипт этих комментариев не будет выполнять никаких других операций, кроме установки цветового пространства, и не будет вызывать никаких побочных эффектов.

```
%%BeginRenderingIntent: <profileid>
<profileid> ::= <text> (ICC Profile ID)
%%EndRenderingIntent (no keywords)
```

<profileid> поставляет профайловый идентификатор, соответствующий данному виду цветопередачи. ICC-профайл с таким идентификатором участвует в работе постскрипта, используя %%BeginICCPProfile:/%EndICCPProfile-комментарий вплоть до %%BeginRenderingIntent-комментария.

Примечание 2: в данном примере использован вариант цветопередачи Perceptual, что соответствует ICC-профайлу с <profileid> = XYZProfile.

```
%%BeginRenderingIntent: RGBProfile
/Perceptual findcolorrendering pop
/ColorRendering findresource setcolorrendering
%%EndRenderingIntent
```

В комментарии включена команда «setcolorrendering». Постскрипт этих комментариев не будет выполнять никаких других операций, кроме установки цветового пространства, и не будет вызывать никаких побочных эффектов.

В.4 Внедрение ICC-профайлов в TIFF-файлы

Предстоящий разговор требует некоторого знакомства с внутренней структурой TIFF-формата. В рамках данного документа подробное описание TIFF-формата невозможно, поэтому адресуем читателя к спецификации «TIFF™ Revision 6.0», доступной в Adobe Systems Incorporated.

ICC назначил частный TIFF-тэг для включения ICC-профайлов устройств в TIFF-файлы изображений. TIFF-тэг не является обязательным, и TIFF-ридеры не обязаны прочитывать его. Однако настоятельно рекомендуется, чтобы данный тэг был оплачен и использовался.

ICC-профайл устройства внедрен как полностью самостоятельное TIFF-поле, то есть как компонент Image File Directory (IFD) в соответствующем IFD-содержащем участке данных изображения. IFD должен содержать не более одного профайла. Однако TIFF-файл может включать в себя несколько изображений и, соответственно, несколько IFD, каждый из которых может иметь собственный внедренный профайл. В то же время TIFF-ридеры не обязаны читать все IFD, кроме самого первого.

Структура ICC-профайлового компонента IFD показана в табл. В.2

Позиция байта	Длина поля (в байтах)	Содержимое
0...1	2	TIFF-тэг, идентифицируемый по полю = 34675(8773.H)
2...3	2	Класс поля = 7 =UNDEFINED (обработанный как 8-битные байты)
4...7	4	Число значений = размер внедренного ICC-профайла в байтах

8...11	4	Адрес значения = адрес начала файла ICC-профайла в байтах
--------	---	-----------------------------------------------------------

Подобно всем входным IFD-значениям внедренный профайл должен начинаться на 2-байтовой границе, то есть так, что адрес значения всегда будет четным.

В.5 Внедрение ICC-профайлов в JFIF-файлы

JPEG-стандарт (ISO/IEC 10918-1) поддерживает сегменты данных, специфичные для ряда приложений. Сегменты могут использоваться для внедрения ICC-профайлов в изображения. Маркер APP2 используется для ввода тэга, поэтому, учитывая то, что существует только 15 маркеров, поддерживающих APP¹, возрастает вероятность использования одного и того же маркера разными приложениями. ICC-тэги, идентифицированные по началу данных со специальной null-концовкой последовательности байтов, записываются как «ICC_PROFILE».

Размер поля длины JPEG-маркера — всего два байта, при этом размер поля длины полностью включен, следовательно, значения 0 и 1 имеют невалидные размеры, что ограничивает максимальный размер данных значением 65533. Идентификационная последовательность должна быть ниже этого предела, поскольку ICC-профайл вполне может оказаться больше допустимого размера. Следовательно, должен существовать механизм, разбивающий профайл на фрагменты и размещающий каждый фрагмент в отдельном маркере. Соответственно, необходим механизм, который в заданной последовательности идентифицирует каждый фрагмент.

Последовательность идентификатора такова: первый байт указывает порядковый номер фрагмента (начало отсчета с 1), а второй — общее количество фрагментов. Таким образом, все фрагменты в цепочке должны указывать общее число фрагментов. Однобайтовый фрагмент ограничивает размер внедряемых профайлов 16707345-ю байтами.

В.6 Внедрение ICC-профайлов в GIF-файлы

Формат файлов изображений GIF89a поддерживает т.н. блоки расширения приложений, которые используются для передачи информации, специфичной ряду приложений, то есть эти блоки могут использоваться для внедрения ICC-профайлов в изображения.

Идентификатор должен состоять из следующих восьми байтов: «ICCRGBG1». Оповестительный код «012». Целый профайл может быть внедрен как информация от приложения, использующего техническую конвенцию о разбивке данных на фрагменты размером не более 255 байт.

¹ Applications Portability Profile.

ПРИЛОЖЕНИЕ С

(для общей информации)

Взаимодействие между ICC-профайлами и PostScript CSA и CRD

С.1 Введение

Когда ICC-профайлы используются для создания т.н. PostScript-массивов цветковых пространств (CSAs) или словарей цветопередачи (CRDs), то порой требуется идентифицировать сам профайл, участвовавший в этой работе, для чего в CSA или CRD добавляются соответствующие ключи. Данный механизм не полагается на комментарии, а использует собственный анализатор, позволяющий найти нужный профайл за пределами постскрипта.

С.2 Ключи идентификации профайла для PostScript CSA

Компания Adobe Systems рекомендовала включать в PostScript- (и EPS-) массивы цветковых пространств следующие ключи:

Строка **/CreationDate**: идентифицирует дату и время создания или последнего изменения CSA. Значение должно быть координировано с атрибутом `calibrationDateTimeTag` того или иного ICC-профайла, а его синтаксис должен соответствовать международному стандарту ASN.1, прописанному в ISO/IEC 8824, *Information technology — Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation*.

Имя или строка **/RenderingIntent**: идентифицирует цветопередачу, для которой разработан данный CSA. Возможен один из четырех вариантов цветопередачи: `AbsoluteColorimetric`, `RelativeColorimetric`, `Saturation` или `Perceptual`.

Строка **/Description**: 7-битная ASCII-строка описания из 'desc'-тэга ICC-профайла.

Строка **/Copyright**: 7-битная ASCII-строка авторского права из 'cprt'-тэга ICC-профайла.

Примечание: в профайлах, соответствующих данному международному стандарту (ICC вер. 4.0), строки описания и копирайта многоязычны. В CSA/CRD используется только U.S. English-строка. Если профайл не содержит U.S. English-строки, она должна быть вычислена из первой многоязычной.

Строка **/ColorSpace**: данные поля цветового пространства из заголовка ICC-профайла. Четырехсимвольная ASCII-запись, представляющая сигнатуру цветового пространства (см. п. 7.2.6).

Шестнадцатеричная строка **/ProfileID**: идентификатор ICC-профайла. Должен быть представлен в шестнадцатеричном коде, включенном через `<and>`. В профайлах, совместимых с ICC.1:2004-04, идентификатор находится в заголовке. В ICC-профайлах, не содержащих идентификатора, последний должен быть вычислен по методу, описанному в п. 7.2.18.

Примечание: Пример CSA от Фотошопа:

```
[ /CIEBasedABC
<<
/CreationDate (19990603000000)
/RenderingIntent (Perceptual)
/Description (not Adobe RGB (1998))
/ColorSpace (RGB)
/Copyright (Copyright 1999 Adobe Systems Incorporated)
/ProfileID <33BC7F1C156FA0D72F8F717AE5886BD4>
/DecodeLMN [{2.1992 exp}bind {2.1992 exp}bind {2.1992 exp}bind]
/MatrixLMN [0.3805 0.7083 0.9959
0.1282 0.0593 0.7144
0.4554 0.2324 0.0145]
/WhitePoint [0.9642 1.0000 0.8249]
>> ]
```

С.3 Ключи идентификации профайла для PostScript CRD

В PostScript Language Reference Manual компания Adobe Systems рекомендовала следующие ключи для CRD:

Строка **/CreationDate**: идентифицирует дату и время создания или последнего изменения CRD. Значение должно быть координировано с атрибутом `calibrationDateTimeTag` того или иного ICC-профайла, а его синтаксис должен соответствовать международному стандарту ASN.1, прописанному в ISO/IEC 8824, *Information technology — Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation*.

Имя или строка **/RenderingIntent**: идентифицирует цветопередачу, для которой разработан данный CSA. Возможен один из четырех вариантов цветопередачи: `AbsoluteColorimetric`, `RelativeColorimetric`, `Saturation` или `Perceptual`.

В тех случаях, когда важно установить ровные взаимоотношения между CRD и ICC-профайлом, рекомендуется использовать еще ряд ключей:

Строка **/Description**: 7-битная ASCII-строка описания из 'desc'-тэга ICC-профайла.

Строка **/Copyright**: 7-битная ASCII-строка авторского права из 'cprt'-тэга ICC-профайла.

Примечание: в профайлах, соответствующих данному международному стандарту (ICC вер. 4.0), строки описания и копирайта многоязычны. В CSA/CRD используется только U.S. English-строка. Если профайл не содержит U.S. English-строки, она должна быть вычислена из первой многоязычной.

Строка **/ColorSpace**: данные поля цветового пространства из заголовка ICC-профайла. Четырехсимвольная ASCII-запись, представляющая сигнатуру цветового пространства, рассмотрена в п. 7.2.6.

Шестнадцатеричная строка **/ProfileID**: идентификатор ICC-профайла. Должен быть представлен в шестнадцатеричном коде, включенном через `<and>`. В профайлах, совместимых с ICC.1:2004-04, идентификатор находится в заголовке. В ICC-профайлах, не содержащих идентификатора, последний должен быть вычислен по методу, описанному в п. 7.2.18.

ПРИЛОЖЕНИЕ D

(для общей информации)

Пространство связи профайлов

D.1 Введение

Материал, описывающий пространство связи профайлов (PCS), содержится в п. 6 данного стандарта, но даже после знакомства с ним разобраться в текущем вопросе без дополнительных объяснений, примеров и рекомендаций достаточно трудно, поэтому необходимые разъяснения содержатся в данном приложении.

Идея PCS — это фундамент ICC-архитектуры: PCS позволяет выполнять самостоятельные и независимые друг от друга преобразования для устройств ввода, мониторов и устройств вывода. Четко позиционированное PCS организует общий интерфейс для индивидуальных профайлов устройств, показанный на рисунке D.1. PCS является виртуальным назначением для входных преобразований и виртуальным источником для преобразований выходных. Если входные и выходные преобразования выполнены независимо друг от друга, но при этом основаны на данном PCS-определении, они могут быть свободно объединены на время выполнения color-management-работ, что в итоге даст предсказуемые и непротиворечивые результаты по результирующим цветовым значениям.

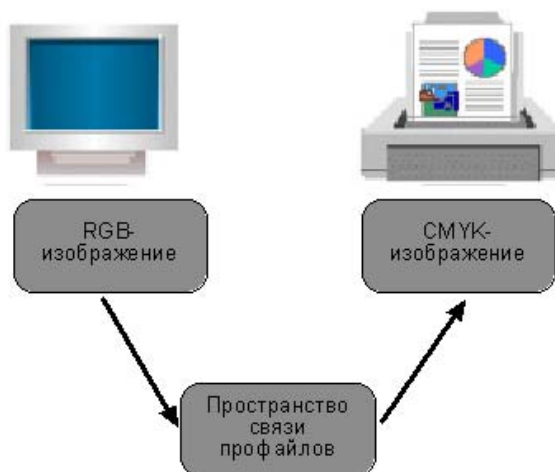


Рис. D.1 — Иллюстрация работы пространства связи профайлов.

Ключ к эффективному использованию спецификации профайлов — в однозначном определении PCS, однако не существует определения PCS, дающего оптимальные результаты для всех мыслимых сценариев color management-а, касающегося всех возможных устройств ввода, всех возможных устройств вывода и всех коммерческих выгод, поэтому предпочтение отдано графике и настольным издательским системам. Из этих соображений определение PCS в первую очередь ориентировано на репродукционные процессы, при которых на выходе мы получаем *отпечаток* — изображение на отражающем носителе, к примеру, офсетная печать, цветопробные процессы, струйная и фотоэлектрическая печати (управляемые непосредственно компьютером), фотопечать. Тем не менее PCS дает хорошие результаты и в других сферах, таких, как видео, слайд и презентационная графика.

Отметим, что хранение изображений в PCS не является главной задачей пространства. Для этих целей в будущих версиях спецификации планируется определить целый ряд т.н. «обменных цветовых пространств» («interchange color spaces»). Параметры создания таких пространств (кодирование колориметрии, эталонные носители, условия просмотра и т.д.), наверное, будут сильно отличаться от тех, на которых сегодня основано PCS.

D.2 Кодирование PCS-измерений

D.2.1 Общие положения

Пространства связи профайлов, определенные данным международным стандартом, основаны на стандартном наблюдателе CIE 1931, который является экспериментальным производным и дает великолепное представление о способности зрительной системы человека к выявлению цветовых соответствий. В отличие от аппаратно-зависимых цветовых пространств, два цветовых стимула, имеющие одинаковую CIE-колориметрию, будут соответствовать друг другу визуально (в условиях, для которых данная колориметрия была выполнена). Однако изображения обычно создаются для просмотра в самых разнообразных условиях, и поэтому необходимо уходить от использования примитивной CIE-системы.

Для всех видов цветопередачи пространство связи профайлов специфицировано таким образом, что его основу для отражающих и прозрачных поверхностей составляет CIE-колориметрия, базирующаяся на ISO 13655:1996 «Полиграфия — спектральное измерение и колориметрическое вычисление для изображений», а данные измерений для цветных мониторов исходили бы из D50-хроматической адаптации. Как уже было сказано выше, при выполнении измерений отражающих поверхностей ISO 13655 сегодня рекомендует использовать черную подкладку, тогда как многие пользователи предпочитают белую. Однако, поскольку стандарт ISO 13655 постоянно обновляется, то вполне вероятно, что данная рекомендация может быть пересмотрена.

Отметим, что PCS основано на колориметрии, выполненной по отношению к белой точке носителя изображений и что данный фактор учтен в определении области кодирования PCS.

Преобразования для устройств вывода должны обрабатывать все значения PCS независимо от того, что часть из них может оказаться за границами целевого охвата.

D.2.2 PCS для цветопередачи по общему восприятию

PCS для цветопередачи по общему восприятию (perceptual) позиционируется как CIE-колориметрия, в которой желаемые цветовые стимулы воспроизведены на эталонном носителе и в эталонных условиях просмотра, согласно п. 6.3.3. Эталонный носитель определен как гипотетический отпечаток на поверхности с нейтральным коэффициентом отражения 89% и диапазоном плотностей 2,4593. Эталонные условия просмотра соответствуют рассматриванию идеального отпечатка в стандартной просмотровой кабине и в окружении с коэффициентом отражения, равным 20% (рекомендовано ISO 3664, P2). Просмотровое оборудование для рассматривания графики и фотоотпечатков должно быть оснащено D50-осветителем и обеспечивать уровень освещенности в 500 lux.

При perceptual-цветопередаче область PCS-кодирования нормирует белую точку эталонного носителя на белую точку PCS. Данная процедура соответствует применению относительной колориметрии, при которой белая точка эталонного носителя — это белая точка носителя фактического (относительная колориметрически точная цветопередача). Кроме того, нормированные CIEXYZ-значения эталонной черной точки используются как целевые значения черной точки. Сказанное определяет эталон черной точки для PCS и динамический диапазон целевого идеального отпечатка.

Выбор эталонного носителя с реалистичной черной точкой для perceptual-цветопередачи при необходимости тонального перемасштабирования задает последнему четкое направление. Оцифровка изображения с динамическим диапазоном, превышающим динамический диапазон отпечатка (к примеру, слайд-оригинал или колориметрия сцен с большим диапазоном), приводит к тому, что высокие света и тени подвергаются гладкому щадящему сжатию в диапазон печати, причем с возможностью вновь расширить этот диапазон (без потерь деталей изображения в указанных областях), например при переносе на носитель большего динамического диапазона. Обратите внимание на то, что при отсутствии ограничений на точность PCS-значений необходимо обеспечение должной точности как в данных изображения, так и в вычислениях на основе этих данных.

Примечание: приведенная методика кодирования PCS отличается от методики предыдущей версии ICC спецификации (v. 2), которая в свое время позиционировала PCS как кодирование колориметрии, выполненной по идеальному отпечатку на спектрально-неопределенной поверхности с коэффициентом отражения 100%. Идеальный отпечаток обладал бесконечным динамическим диапазоном, поскольку черная точка имела коэффициент отражения 0%.

D.2.3 PCS для колориметрически точной цветопередачи

В преобразованиях для колориметрически точной цветопередачи диапазон допустимых (но не обязательно физически существующих) PCS XYZ-значений никак не связан с белой и черной точками эталонного носителя: вместо этого XYZ-значения отражают инструментальные данные без тонального перемасштабирования, за исключением того, что эти данные определены относительно белой точки фактического носителя, прописанной в `mediaWhitePointTag`. Теоретически динамический диапазон PCS, предназначенного для колориметрически точных преобразований, — бесконечен. Важно отметить, что, как было показано выше, PCS-значения для колориметрически точной цветопередачи основаны на D50-осветителе, детально описанном в ISO 3665. Если данные измерений не соответствуют этому стандарту

(т.е. были получены при другом источнике), требуется коррекция, учитывающая хроматическую адаптацию (подробнее см. пп. D.3 и D.4), алгоритм которой заложен в ChromaticAdaptationTag. Кроме того, данные измерений для цветных мониторов должны быть хроматически адаптированными к D50 по белой точке, поскольку считается, что к нему же подстроено и просмотровое место.

D.3 Цветовые измерения

Чтобы установить взаимоотношения между колориметрией, закодированной в PCS (которая учитывает эталонный носитель и эталонное просмотровое место), и колориметрией фактического носителя изображений, предназначенной для фактических условий просмотра, — следует точнее описать условия измерений.

В целом фактический источник освещения может иметь спектральное распределение энергии, отличное от такового у D50. В этом случае фактический источник и должен участвовать в цветовых измерениях, или же его спектр должен использоваться при вычислении трехстимульных значений из спектральных коэффициентов отражения (или пропускания) носителя, к примеру, камень александрит приобретает фиолетовый оттенок, когда рассматривается при свете лампы накаливания, — и цвет морской волны, когда рассматривается при дневном свете. Если изображение подобно камню было зафиксировано при свете лампы накаливания, его PCS-колориметрия должна соответствовать фиолетовому цвету (так делается для профайлов устройств ввода). Если цветность источника освещения отличается от таковой у D50, потребуются коррекция, учитывающая хроматическую адаптацию, которая должна быть включена в состав колориметрических преобразований программой построения профайлов (см. D.4 и D.6.1).

К носителям, предназначенным для графики, лучше всего применимы измерения, соответствующие ISO 13655 «Полиграфия — спектральное измерение и колориметрическое вычисление для графики». Здесь для вычисления колориметрии используется спектральное распределение энергии D50-осветителя. Коррекция, учитывающая хроматическую адаптацию, в данном случае не требуется, поскольку цветность источника освещения — это цветность D50 (но могут потребоваться иные коррекции, о которых речь пойдет дальше). Обращаем внимание на то, что флуоресцентные D50-имитаторы, которые применяются в стандартных просмотровых кабинах, могут иметь цветность, очень близкую к D50, но совершенно иные спектральные распределения энергии (отличные как друг от друга, так и от утвержденного CIE), так что измеренные или вычисленные трехстимульные значения могут заметно меняться. Чаще всего наилучшее описание наблюдаемого цвета может быть получено при колориметрии, основанной на фактическом, нежели на теоретическом источнике (см. [4]). Индексы цветопередачи и метамеризма детально описаны в ISO 3664:2000 и могут быть использованы для определения степени приближения фактического источника к D50 с целью минимизации спектрально обусловленных визуальных эффектов. В критических ситуациях лампа накаливания с конверсионными фильтрами, имитирующая D50, может служить оптимальным решением проблемы.

Как определено в п. 6.3.2., недопустимо, чтобы измерения были подпорчены подсветкой (при использовании низкокачественного инструмента или при слабой технике измерений), но сказанное не призывает удалять все поверхностные рефлексии, которые типичны для геометрии $0^\circ/45^\circ$ при измерении отражающих материалов. Важно отметить, что разные спецификации бликов измерения и бликов просмотра не противоречат друг другу, и из практики работы известно, что отличия между спецификациями не добавляют лишней сложности в данный вопрос.

Условия измерения были выбраны такими, чтобы не требовалось никакой коррекции высококачественных замеров, обычно выполняемых в целях color management-a. Аналогично была выбрана подсветка эталонного просмотрового места с уровнем 3/4% — она представляет собой типичную паразитную подсветку, свойственную не столько высококачественному оборудованию, сколько заурядному и фактически используемому.

Поскольку PCS по большей части — это описание того, как *репродуцировать* желаемое цветовое ощущение, нежели описание самого ощущения, нет необходимости добавлять 3/4% на подсветку при измерениях перед кодированием цвета в PCS. Вместо этого определены 3/4% просмотровой подсветки, чтобы компенсировать любое потенциальное отличие между фактическим просмотровым местом и эталонным.

D.4 Хроматическая адаптация

Когда человек смотрит на реальную сцену, цветовой стимул, предъявленный сетчатке от любой видимой поверхности сцены, зависит от спектрального состава света, которым эта поверхность освещена. Стимул — это то, что колориметрия пытается измерять через смесь трех специальных стимулов, соот-

ветствующих стандартному наблюдателю. Если источник света меняется, меняется и стимул. Колориметрия измеряет изменения в стимуле и предсказывает отличия в цвете. Однако в результате адаптации цветовое ощущение, как правило, меняется не сильно (исключение составляет вышеупомянутый александрит), несмотря на изменение воздействия стимула на глаз. Это указывает на серьезные ограничения колориметрии, которая была создана для измерений не ощущений от цветовых стимулов, но только для измерений *соответствия* двух цветовых стимулов.

На практике все гораздо сложнее, потому что изменения затрагивают стимул белой точки, и в результате мы имеем дело с т.н. метрикой изменяющейся сложности, которая предсказывает изменение цветового ощущения, поэтому мы нуждаемся в понимании путей адаптации зрения к цвету и к интенсивности падающего света.

Механизм может быть смоделирован так: каким-то образом зрительная система определяет цвет и силу предполагаемого источника освещения (в обычной сцене это определение может быть основано на зеркальных подсветках, памятных цветах известных объектов, на некоторой интегральной яркости сцены и т.д.; при рассматривании отпечатков — на изображении непосредственно и/или его окружении). Зрительная система использует эту информацию, чтобы корректировать «усиление», приложенное к т.н. колбочковым ответам на цветовые стимулы (процесс как следует не понят, и вероятно, более сложен). Результатом адаптации является то, что реакция на сигналы, полученные мозгом, мало зависит от яркости и цветности источника освещения, дабы объекты сцены были легко распознаваемы независимо от того, является ли источник освещения ярким или тусклым, желтоватым или синеватым и т.д. Однако механизм адаптации не полностью компенсирует изменение источника света, и объекты все-таки кажутся несколько разными при разном освещении. Отметим, что данный механизм работает при ярком освещении; адаптация к темному — отдельное явление.

Есть несколько доступных моделей, которые могут использоваться, чтобы представить этот процесс:

- XYZ scaling;
- von Kris transformation;
- Bradford transformation;
- CMCCAT97.

Выбор модели зависит от цветовоспроизводящего устройства, его оснащения. Часто этот выбор зависит и от различия в цветности между источниками освещения. Если различие незначительно, простая модель может быть вполне подходящей, но если различие большое, может понадобиться более сложная модель. В профайлах устройства-источника и устройства-назначения могут быть использованы разные модели, поэтому, чтобы свести риск их конфликта к минимуму, данный международный стандарт рекомендует к употреблению т.н. линейную брэдфордскую модель и не видит оснований для использования иного способа.

Такой подход к выбору PCS обеспечивает определенную гибкость CMS, к примеру, можно преобразовать данные, полученные от поверхности, предназначенной для освещения лампой накаливания, к данным поверхности, предназначенной для освещения холодным белым флуоресцентным светом: в этом случае входной профайл будет обрабатывать адаптацию от лампы накаливания до D50, а профайл вывода — адаптацию от D50 до холодного белого.

D.5 Эстетические приоритеты и белая точка носителя

Кроме эффектов адаптации, упомянутых выше, в восприятии изображений мы часто сталкиваемся с т.н. эстетическим приоритетом хорошей проработки деталей в высоких светах изображения. Один из путей, гарантирующих хороший результат по данному параметру для типичных отражающих носителей, состоит в совершенствовании колориметрии, выводящей репродукцию за рамки подложки изображения. Данный подход называют «относительной колориметрией», то есть «колориметрией относительно подложки» (напротив, «ICC-абсолютная колориметрия» именуется «относительной» в терминологии CIE, поскольку данные в этом случае нормированы на трехстимульные значения идеального отражающего рассеивателя, наблюдаемого под тем же осветителем. — См. Публикация CIE 15.2-1986, колориметрия [вторая редакция])¹. Согласно ICC-относительному методу, цвет PCS 100 0 0 в системе CIELAB привязан

¹ Здесь во избежание понятийной путаницы необходимо пояснение:

1. В логике CIE абсолютной колориметрией являются измерения, выполненные на трехстимульном визуальном колориметре при условии, что *наблюдатель* «адаптирован» к *полной темноте* (т.н. *темновая адаптация*), то есть вне какой-либо световой адаптации.

2. Относительная колориметрия в логике CIE выполняется при условии световой адаптации наблюдателя по идеальному отражающему рассеивателю, освещенному D50.

3. Поскольку в первостепенную задачу ICC входит репродуцирование изображений, измерения при темновой адаптации наблюдателя не представляют интереса. Поэтому измерения, выполненные при световой адаптации по идеальному отражающему рассеивателю при D50-осветителе, объявлены ICC-абсолютными, что, разумеется, эквивалентно CIE-относительной колориметрии.

4. Измерения, при которых за точку адаптации принята белая точка носителя изображения, в логике ICC являются относительной колориметрией.

к незапечатанной подложке независимо от ее фактической колориметрии, поэтому и все прочие цвета оказываются измененными.

Однако бывают ситуации, когда цель репродуцирования состоит в том, чтобы в рамках цветового охвата и динамического диапазона устройства воспроизвести фактические цвета изображения, даже если придется пожертвовать деталями в высоких светах. К примеру, цель репродукции может состоять в имитации одного носителя на другом носителе (цветопроба). В данном случае потребуется «ICC-абсолютная» или (что то же самое) «CIE-относительная» колориметрия. ICC-спецификация обеспечивает механизм конверсии относительной колориметрии в ICC-абсолютную: MediaWhitePointTag профайла определяет колориметрию фактической подложки в CIE 1931 XYZ-значениях, скорректированную с учетом отличий в условиях просмотра, а пункт 6.3 и Приложение А описывают механизм использования этих значений для требуемой конверсии.

Если mapping белой точки, обсуждавшийся выше, имеет место во входном и выходном преобразованиях, белая точка входного носителя через PCS-осветитель будет посажена на белую точку выходного носителя (относительная колориметрически точная цветопередача). ICC-абсолютная цветопередача тоже может быть успешно выполнена, но уже с помощью mediaWhitePoint-тэгов.

Для perceptual-цветопередачи также необходима поправка, учитывающая отличия в условиях просмотра, поэтому следует конвертировать колориметрию изображения на фактическом носителе в ее производное на носителе эталонном. Такая конверсия влечет за собой перенос белой точки фактического носителя на белую точку эталонного. Белая точка эталонного носителя затем сажается на белую точку PCS (см. п. D 2.2 и шаг 5 пункта D.6.2).

В остальных случаях целью репродуцирования могут являться некие цветовые сдвиги, необходимые для получения эксклюзивных эффектов (см. [6] стр. 425). В этих ситуациях белой точке фактического носителя может быть присвоен некий иной цвет, отличный от белой точки эталонного носителя. Но это уже совсем иные механизмы, позволяющие добавлять к профайлам уникальные значения, функционально совместимые с прежними данными.

D.6 Беседа о колориметрически точных цветопередачах

D.6.1 Относительная и абсолютная цветопередача

Для ICC-абсолютных преобразований, в контексте ICC-профайлов, XYZ-значения носителя воспроизводятся относительно источника освещения либо относительно идеального рассеивателя. Мы говорим, что репродукция, выполненная по методу абсолютной колориметрически точной цветопередачи, выполнена относительно осветителя, и $L^*=100$ для идеального рассеивателя. PCS-координаты при ICC-абсолютном преобразовании, конечно же, также получены относительно осветителя, то есть PCS $L^*=100$ для идеального рассеивателя. ICC-формат профайлов не включает в себя ICC-абсолютное преобразование в явном виде: в том или ином профайле XYZ-значения PCS-стороны для ICC-абсолютной цветопередачи подвергаются относительному колориметрическому преобразованию, как показано ниже.

Для ICC-относительных преобразований, в контексте ICC-профайлов, XYZ-значения носителя воспроизведены относительно белой точки устройства, то есть — подложки изображений. Мы говорим, что репродукция, выполненная по методу относительной колориметрически точной цветопередачи, выполнена относительно подложки изображения, и $L^*=100$ — это цвет подложки. PCS-координаты при относительном колориметрическом преобразовании также вычислены относительно подложки изображения, то есть PCS $L^*=100$ для белой точки носителя.

XYZ-значения PCS-стороны при колориметрическом преобразовании ($XYZ_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}}$ для относительных колориметрических преобразований, $XYZ_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}}$ — для ICC-абсолютных) рассчитаны от CIE XYZ-значений ($XYZ_{\text{патч под факт. ист.}}$) устройства, находящегося под фактическим источником освещения ($XYZ_{\text{факт. ист.}}$). Когда фактический источник освещения отличен от эталонного осветителя PCS (CIE D50), для учета хроматической адаптации требуется выполнить преобразование XYZ-значений изображения от первого источника ко второму (см. п. D.4).

XYZ-значения на PCS-стороне получаются следующим образом:

$$XYZ_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} = \text{матрица хроматической адаптации } (XYZ_{D50}, XYZ_{\text{факт. ист.}}) * XYZ_{\text{патч под факт. ист.}} \quad (D.1),$$

$$XYZ_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} = \text{матрица хром. адапт. } (XYZ_{D50}, XYZ_{\text{факт. ист.}}) * XYZ_{\text{б.т. факт. нос. под факт. ист.}} \quad (D.2),$$

$$\begin{aligned} X_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} &= X_{D50} / X_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} * X_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} \\ Y_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} &= Y_{D50} / Y_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} * Y_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} \\ Z_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} &= Z_{D50} / Z_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} * Z_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} \end{aligned} \quad (D.3),$$

где матрица хроматической адаптации (источник 2, источник 1) — это 3x3-матрица, которая, используя механизм учета хроматической адаптации (см. п. D.4 и Приложение E), представляет XYZ-значения, полученные при источнике 1, в координатах системы с источником 2.

Расшифровка использованных ниже символов дана в таблице D.1. Префикс «XYZ» символизирует трехрядную колонку цветовых координат XYZ¹.

Таблица D.1 — Символы формул относительной и абсолютной цветопередач

Матрица хроматической адаптации	
X, Y, Z, XYZ _{D50}	Относительные CIEXYZ-значения PCS-осветителя (CIE D50) X=0,9642, Y=1, Z=0,8249
X, Y, Z, XYZ _{факт. ист.}	Относительные CIEXYZ-значения идеального отражающего рассеивателя, освещенного фактическим источником. Y=1
X, Y, Z, XYZ _{патч под факт. ист.}	Относительные CIEXYZ-значения небликующего цветового патча на фактической подложке под фактическим источником. Y=1 для идеального отражающего рассеивателя.
X, Y, Z, XYZ _{б.т. факт. нос. под факт. ист.}	Относительные CIEXYZ-значения небликующей белой точки фактического носителя под фактическим источником. Y=1 для идеального отражающего рассеивателя.
X, Y, Z, XYZ _{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}	Относительные CIEXYZ-значения фактической белой точки носителя под PCS-осветителем
X, Y, Z, XYZ _{патч факт. нос. при адапт. по D50}	XYZ-значения PCS-стороны после относительного колориметрического преобразования
X, Y, Z, XYZ _{патч при адапт. по D50 (абс.)}	ICC-абсолютные XYZ-значения PCS-стороны

XYZ_{б.т. факт. нос. при адапт. по D50} должны быть записаны в mediaWhitePointTag, независимо от того, является ли фактический источник D50-осветителем или нет.

Матрица хроматической адаптации должна быть записана в chromaticAdaptationTag ('chad' [63686164h]), когда фактический источник не CIE D50².

Примечание 1: шкалирование между относительными и ICC-абсолютными значениями выполнено согласно предположению, что наблюдатель адаптирован по идеальному отражающему рассеивателю, освещенному PCS-осветителем, но не по белой точке носителя.

Если фактический источник — это CIE D50, то есть то же, что PCS-осветитель, то приведенные выше формулы упрощаются до:

$$\begin{aligned} X_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= X_{\text{патч под факт. ист.}} \\ Y_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= Y_{\text{патч под факт. ист.}} \\ Z_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= Z_{\text{патч под факт. ист.}} \end{aligned} \quad (D.4)$$

$$\begin{aligned} X_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} &= X_{\text{б.т. факт. нос. под факт. ист.}} \\ Y_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} &= Y_{\text{б.т. факт. нос. под факт. ист.}} \\ Z_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} &= Z_{\text{б.т. факт. нос. под факт. ист.}} \end{aligned} \quad (D.5)$$

$$\begin{aligned} X_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= X_{D50} / X_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} * X_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} \\ Y_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= Y_{D50} / Y_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} * Y_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} \\ Z_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= Z_{D50} / Z_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} * Z_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} \end{aligned} \quad (D.6)$$

Примечание 2: уравнения D.6 — эквивалентны уравнениям A.1, A.2 и A.3 соответственно.

Как уже было сказано, ICC-формат профайлов не включает в себя ICC-абсолютное преобразование в явном виде: при создании профайла в него вписываются только XYZ_{патч факт. нос. при адапт. по D50}-значения, но не XYZ_{патч при адапт. по D50 (абс.)}. При использовании профайла, после выполнения с его помощью относительного колориметрического преобразования, абсолютные XYZ-значения PCS-стороны вычисляются, если нужно, из данных относительного колориметрического преобразования за счет простого шкалирования:

$$\begin{aligned} X_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= X_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} / X_{\text{D50}} * X_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} \\ Y_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= Y_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} / Y_{\text{D50}} * Y_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} \\ Z_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} &= Z_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} / Z_{\text{D50}} * Z_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} \end{aligned} \quad (D.7)$$

Примечание 3: уравнения D.7 — эквивалентны уравнениям A.1, A.2 и A.3 соответственно.

D.6.2 Общая схема действий

Различные колориметрические корректировки, обсуждавшиеся выше, могут быть представлены в виде общей схемы вычислений PCS-координат для профайла того или иного устройства. Схема, показанная здесь, касается устройств ввода-вывода, работающих с отражающими поверхностями. Для мониторов преобразования рассчитываются аналогичным образом, но по несколько упрощенной схеме. Впрочем, и для мониторов можно выполнить преобразование по той же схеме, что и для устройств ввода-вывода, дабы достичь наиболее точных результатов.

Для относительного колориметрически точного преобразования схема реализуется в направлении «устройство-->PCS» (AToB1Tag):

1. Получение CIE 1931 XYZ-значений для набора цветowych патчей характеризуемого устройства или носителя. (Дополнительную информацию о цветowych измерениях можно найти в п. D.3.) Должно быть выполнено хотя бы одно измерение белой точки носителя, а также должны быть даны XYZ-значения источника освещения или идеального отражающего рассеивателя.

2. Удаление паразитной подсветки из полученных XYZ-значений путем расчета т.н. flare-free-значений, то есть значений, свободных от паразитной подсветки (XYZ_{flare-free}), и затем — приведением данных в соответствие требованиям по условиям измерений для PCS.

3. Если необходимо — шкалирование flare-free-значений относительно фактического источника путем деления всех трехстимульных значений на величину Y идеального отражающего рассеивателя. Величина Y идеального отражающего рассеивателя после шкалирования должна стать равной единице.

$$\begin{aligned} X_{\text{патч под факт. ист.}} &= X_{\text{flare-free}} / Y_{\text{flare-free}} \text{ для ИОР} \\ Y_{\text{патч под факт. ист.}} &= Y_{\text{flare-free}} / Y_{\text{flare-free}} \text{ для ИОР} \\ Z_{\text{патч под факт. ист.}} &= Z_{\text{flare-free}} / Y_{\text{flare-free}} \text{ для ИОР} \end{aligned} \quad (D.8)$$

4. Если цветность источника освещения отличается от цветности D50, необходимо представить XYZ-значения, полученные исходя из цветности белой точки под фактическим источником, в XYZ-значениях, полученных исходя из цветности белой точки под PCS-осветителем. Данная процедура выполняется с учетом хроматической адаптации по формуле D.9 (аналогична формуле D.1). При этом нужно воспользоваться одним из преобразований, описанных в п. D.4 и Приложении E. Преобразование должно быть вписано в chromaticAdaptationTag.

$$XYZ_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} = \text{матрица хроматической адаптации} * XYZ_{\text{патч под факт. ист.}}$$

5. Запись конвертированных значений белой точки носителя в mediaWhitePointTag. Опциональная запись конвертированной черной точки в mediaBlackPointTag.

6. Конверсия колориметрии из D50-относительных значений в значения, рассчитанные относительно белой точки носителя. Выполняется с помощью коэффициента, полученного отношением координат осветителя PCS (D50) к координатам конвертированной белой точки фактического носителя (см. формулу D.10, которая аналогична D.3). После умножения на данный коэффициент значения белой точки фактического носителя будут эквивалентны XYZ-значениям при PCS D50-осветителе.

$$\begin{aligned} X_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} &= X_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} * X_{\text{D50}} / X_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} \\ Y_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} &= Y_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} * Y_{\text{D50}} / Y_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} \\ Z_{\text{патч факт. нос. при адапт. по D50}} &= Z_{\text{патч при адапт. по D50 (абс.)}} * Z_{\text{D50}} / Z_{\text{б.т. факт. нос. при адапт. по D50}} \end{aligned} \quad (D.10)$$

7. Опциональная конверсия PCS XYZ координат в PCS L*a*b* согласно Приложению A.

8. Цифровое кодирование PCS XYZ- (или L*a*b*-) координат в 8-ми или 16-битное представление согласно п. 6.3.4.

Теперь полученные значения могут использоваться для заполнения AToB1Tag.

D.6.3 Пример

Приведенный ниже пример иллюстрирует использование стандартных данных SWOP (опубликованных в CGATS TR001) для выполнения преобразования «устройство-->PCS» при относительной колориметрически точной цветопередаче. Данные из TR001 могут использоваться в качестве измерений, необходимых для шага 1 в п. D6.2. Примеры демонстрируют, как белое и черное будет конвертировано в PCS-значения для выполнения профайлом преобразования по относительно-колориметрическому способу цветопередачи.

1. Белый (нет краски, патч 26 карты IT8.7/3) и черный (100% всех красок, патч 24 карты IT8.7/3) патчи имеют XYZ-значения, показанные в таблице D.2

Таблица D.2 — CIEXYZ-значения

	Белое	Черное
X	0,7067	0,0097
Y	0,7346	0,0101
Z	0,5703	0,0080

2. Данные измерений не нуждаются в корректировке паразитной подсветки. Значения белого и черного неизменны.

3. Значения даны относительно источника освещения и не нуждаются в шкалировании. Значения белого и черного неизменны.

4. Источник освещения — D50, в учете хроматической адаптации нет необходимости. Значения белого и черного неизменны.

5. Запись значений белого и черного в mediaWhitePointTag и mediaBlackPointTag соответственно.

6. Значения CIEXYZ масштабированы в PCS за счет умножения их на отношение белой точки PCS к белой точке фактического носителя под D50-осветителем (таблица D.3).

Таблица D.3 — Масштабирование значений CIEXYZ в PCS

	Отношение	Белое	Черное
X	0,9642/0,7067	0,9642	0,0134
Y	1/0,7346	1,0000	0,0138
Z	0,8249/0,5703	0,8249	0,0116

7. Конверсия PCS XYZ в PCS L*a*b*. Значения белой и черной точек показаны в Таблице D.4.

Таблица D.2 — Конверсия PCS XYZ в PCS L*a*b*

	Белое	Черное
X	100	11,8
Y	0	0,28
Z	0	-0,3

8. Конверсия PCS XYZ и PCS L*a*b* в коды PCS. Кодирование значений черной и белой точек показано в таблице D.5.

Таблица D.5 — Конверсия PCS XYZ и PCS L*a*b* в PCS

16 бит	Белое	Черное	16 бит	Белое	Черное	8 бит	Белое	Черное
X	31595	439	L*	65535	7733	L*	255	30
Y	32768	452	a*	32896	32968	a*	128	128
Z	27030	380	b*	32896	32819	b*	128	128

Примечание: 8-битное L*a*b*-кодирование черной точки недостаточно точное, поскольку существуют определенные ограничения точности для 8-битных данных.

D.7 Беседа о perceptual-цветопередаче

D.7.1 Колориметрия и цветовые ощущения

Одно из возможных определений PCS — это детальное описание колориметрии репродуцируемых изображений. Колориметрия, согласно определению CIE, — это система измерения и количественного выражения цветовых стимулов. Колориметрия не зависит от каких-либо устройств, поверхностей или процессов, что делает ее подходящим кандидатом на роль общего интерфейса (профайлов устройств. — *Прим. пер.*). При использовании такого интерфейса репродукция на выходе будет предъявлять наблюдателю те же цветовые стимулы, что и оригинал на входе, даже если при этом применяются разные методы цветового репродуцирования. Казалось бы, это обстоятельство гарантирует тождество цветовых ощущений, полученных от всех носителей, что дает ему право определять PCS в целях цветоуправления. К сожалению, такое простое определение неадекватно согласованию ощущений, которого требует от нас цветопередача по общему восприятию (perceptual intent).

Цветовое ощущение зависит не только от стимулов, предъявленных сетчатке, но также от уровня адаптации зрительной системы наблюдателя. В ряде случаев различные носители требуют разных цветовых стимулов, потому что рассматриваются эти носители в неодинаковых условиях: к примеру, отличия в окружении или цветности источника освещения вынуждают зрительную систему наблюдателя по-разному адаптироваться. Следовательно, для сохранения постоянства цветовых ощущений в данных условиях колориметрия должна учитывать адаптацию зрительной системы человека, а также физические отличия в просмотрном оборудовании. Более того, обсуждаемые эффекты адаптации возникают при рассматривании изображений, где непосредственное окружение одного цветового стимула состоит из нескольких других стимулов того же изображения. Если соотношения между различными цветовыми стимулами в изображении изменены, скажем, из-за ограниченности цветового охвата, то стимулы, требуемые для выполнения репродукции изображения, могут измениться даже при неизменности условий просмотра данного изображения.

Отметим, что цветовое восприятие все еще остается предметом активного научного исследования. Несмотря на то, что цветовые координатные системы успешно работают в отношении единичных стимулов и, когда речь не идет об ограничении цветовых охватов, вполне применимы к изображениям, общая научная теория изображения разработана плохо.

Существует также ряд сугубо эстетических причин, по которым необходимо (или желательно) изменить колориметрические данные того или иного носителя изображений, например, твердые носители репродукций, даже несмотря на одинаковые условия просмотра, могут сильно отличаться друг от друга как по динамическому диапазону, так и по цветовому охвату. Хорошо обработанное изображение, произведенное на специфичном носителе, использует преимущества этого носителя, не создавая при этом артефактов, например, тоновая репродукция изображения должна обеспечивать хороший контраст в средних тонах, не «заваливая» при этом тени и не «выбивая» высокие света, при этом точная форма тоновой кривой будет зависеть от самых светлых и самых темных тонов (максимального и минимального коэффициентов отражения) данного носителя.

Очевидно, что репродуцирование тоновых и цветовых характеристик изображения — это искусство, которое основано на субъективных, сугубо эстетических соображениях, поскольку подложка и колоранты в итоге определяют индивидуальные репродукционные качества носителя. При репродуцировании изображений на носителях разных типов желательна коррекция колориметрии с целью согласования отличий между носителями. В ряде случаев необходимо согласовать отличия в цветовых охватах. Таким образом, данные рассуждения выходят далеко за рамки примитивного соответствия цветовых стимулов или даже цветовых ощущений.

Обсуждаемые корректировки должны быть включены в цветовые преобразования, выполняемые на основе профайлов устройств. Поскольку PCS является для последних общим интерфейсом, оно должно в каком-то смысле облегчать эту работу. Таким образом, несмотря на то, что PCS может быть основано на колориметрических принципах, оно также должно принимать во внимание те задачи, что лежат за пределами колориметрии и включают в себя учет адаптации, эстетические приоритеты и сугубо прагматические соображения.

D.7.2 Цели и задачи PCS

Вышеописанные рассуждения ведут к фундаментальному утверждению, что PCS при perceptual-цветопередаче представляет желаемые цветовые ощущения. Термин «желаемые» подразумевает, что PCS ориентировано на цвета выходного носителя. Очевидно, что этот термин открыт для различных интерпретаций, но для того чтобы разграничить преобразования на входе и выходе, его следует толковать в смысле преодоления ограничений и расширения сферы возможностей цветорепродукционных процессов, устройств и носителей, для которых строятся профайлы.

К примеру, профайл слайд-сканера (входной профайл) должен представлять «желаемые» цвета в PCS, которые не зависят от цветового охвата и «эстетики» множества выходных носителей. Данная не-

зависимость, отделяющая PCS-цвета от цветовых охватов устройств, позволяет использовать входной профайл в связке с любым выходным профайлом. Желаемые цвета, будучи основанными на цветах слайда, могут не совпадать с ними и даже выходить за границы охвата слайд-пленки. Это будут те цвета, которые мы хотели бы получить на выходе, если бы удалось устранить все ограничения выходных носителей.

Аналогично профайл принтера (выходной профайл) должен воспроизводить желаемые цвета в пределах возможностей и цветовых охватов носителя и устройства вывода. Такое репродуцирование может повлечь за собой некоторую коррекцию цветов, но снимает ограничения с любого входного носителя и разрешает использование выходного профайла в связке с любыми входными профайлами.

PCS, определенное таким образом, отвечает за преобразования, выполняемые профайлами для коррекции или модификации колориметрических значений в процессе репродуцирования. Входные профайлы отвечают за коррекцию колориметрии входящих носителей для учета адаптации, бликов и ограничений охвата. К тому же преобразования призваны решать сугубо художественные задачи, которые формально не входят в понятие «желаемый цвет» и весьма вариативны: к примеру, «желаемыми» могут быть цвета факсимильной копии оригинала, цвета художественно переработанного оригинала или имитация особенностей репродукции, выполненной на некоем носителе, который отличен как от входного, так и от выходного носителей.

Профайлы выходных устройств, оттиски с которых рассматриваются в нестандартных условиях, ответственны за коррекцию колориметрии, учитывающую как адаптацию наблюдателя, так и всевозможные блики, свойственные данным условиям просмотра. Учет необходим для сохранения всего комплекта цветовых ощущений. Профайлы также должны корректировать динамический диапазон и цветовой охват изображения, учитывая ограничения того или иного носителя.

D.7.3 Эталонный носитель и эталонное просмотровое оборудование

Когда необходим профайл, позволяющий воспроизвести внегамутный цвет, то непонятно, как создавать такой профайл. На помощь приходит идея т.н. «эталонного носителя» («reference medium») — гипотетического носителя, на котором цвета воспроизводятся условно (см. D.2.2). Цветовой охват и динамический диапазон эталонного носителя приближены к пределам современной печатной технологии (на отражение). Система описана с использованием вполне реалистичных данных, поэтому, несмотря на то, что эталонный носитель нереален, система работает, как если бы была вполне реальна.

Далее: необходимо определить т.н. «эталонное просмотровое оборудование» («reference viewing environment») — то есть эталонные условия просмотра, в которых рассматривается эталонный носитель (см. D.2.2). Данное оборудование используется для того, чтобы задать определенный статус зрительной адаптации наблюдателя и установить связь между цветовым стимулом и цветовым ощущением.

Для регсертуал-цветопередачи колориметрия, представленная в PCS, — это (условное. — *Прим. пер.*) воспроизведение изображения на эталонном носителе в эталонных условиях просмотра и с оптимальной цветопередачей по общему восприятию. Концепция эталонного носителя, рассматриваемого в эталонных условиях, помогает создателю профайла понять, как представлять «желаемые цвета» в PCS. Вместе с тем, достигается цель разъединения характеристик фактических носителей за счет промежуточного виртуального описания репродукции.

Когда реальные условия просмотра отличаются от эталонных, к примеру, когда источник освещения имеет цветность, отличную от цветности D50-осветителя, хроматическая адаптация может оказаться важным компонентом установок адаптационных преобразований, которые применяются для обеспечения цветового соответствия эталонным условиям. Однако цветовоспроизведение, использующее колориметрию для представления изображения на эталонном носителе, учитывает ряд других факторов, таких, как: динамический диапазон, компрессия цветового охвата, адаптация к прочим отличиям между эталонными и фактическими условиями просмотра, приоритеты цветокоррекции. По этим причинам возможен отказ от преобразований адаптации на базе chromaticAdaptationTag, потому как в противном случае результатом явится преобразование колориметрии изображения на эталонном носителе относительно фактического источника освещения, что не соответствует колориметрии фактического изображения. Нет никакой гарантии, что колориметрия после такого преобразования будет оптимальна для эталонного носителя, освещенного фактическим источником, так как цветовоспроизведение в этом случае будет основано на белом эталоне D50¹.

D.7.4 Эстетические приоритеты и белая точка носителя

Как уже было сказано в п. D.5, при цветопередаче по общему восприятию белая точка фактического носителя «сажается» на белую точку носителя эталонного, но, исходя из сугубо эстетических соображений, белой точке фактического носителя может быть присвоен цвет, отличный от белой точки эталона.

¹ Имеется в виду идеальный отражающий рассеиватель.

Однако в любом случае белая точка эталонного носителя после масштабирования будет являться белой точкой PCS (см. п. D.2.2 и шаг 6 п. D.6.2). То есть, в наших руках есть еще одно средство, с помощью которого к профайлам можно добавлять уникальные значения без ущерба для функциональной совместимости данных.

D.7.5 Адаптация по яркости и тоновая коррекция

Одна из самых главных корректировок, которая должна применяться к данным колориметрических измерений, касается способов тоновоспроизведения и обеспечения должного уровня яркости. Эти способы учитывают эффекты адаптации подобно учету эстетических и прагматических приоритетов.

Когда оттиск на отражение рассматривается в нормальных условиях просмотра (то есть в условиях, где отпечаток и его окружение одинаково освещены), наблюдатель адаптируется по предметам, воспринимаемым в данной обстановке как белые. Оттиск на отражение воспринимается как некий объект данной обстановки. Самые яркие области в изображении — это незапечатанные участки бумаги (или иной поверхности). Поскольку отражательная способность любой фактической бумаги ограничена (как правило, 85-90%), носитель, рассматриваемый в данных условиях, не может достоверно воспроизвести блики или другие особо яркие объекты, которые могли иметь место в реальной сцене и яркость которых подчас превышает 100% яркости рассеянного белого (света. — *Прим. пер.*), не говоря уже о бумаге. Таким образом, в процессе репродуцирования все блики подвергаются значительному сжатию.

С другой стороны, слайд или кинофильм, проецируемые в темной комнате, не страдают от данного ограничения, поскольку при отсутствии доминирующих внешних эталонов статус адаптации наблюдателя зависит только от яркости изображения на экране. Таким образом, эти носители разработаны так, что воспроизводят рассеянный белый с яркостью, меньшей, чем достижимый максимум, оставляя некий запас для воспроизведения бликов и других особо ярких тонов. У адаптированного наблюдателя эти тона фактически вызывают ощущение большей яркости, нежели 100% рассеянного белого: они искрятся и сияют с много большей интенсивностью, нежели возможно воспроизвести на отпечатке, рассматриваемом при нормальных условиях. Их представление в PCS потребует больших величин яркости, нежели яркость белого эталона ($Y > 1$, или $L^* > 100$). Тот же эффект возможен при задней подсветке слайдов и видео, но проявляться он будет только до тех пор, пока условия просмотра достаточно тусклы, а наблюдатель адаптирован прежде всего по изображению, нежели по его окружению.

Безусловно, есть пределы субъективной яркости, которая может быть имитирована на данном носителе, но они очень далеки от яркостных пределов отражающих отпечатков, рассматриваемых в нормальном окружении: достижимы цифры до 200% в сравнении с 90% относительно белого рассеивателя. Практическим следствием такого отличия является то, что тональное сжатие высоких светов в кино и слайдах намного меньше, чем в обычных отпечатках на бумаге.

Все реальные носители также имеют некий предел по темному краю тоновой шкалы, поэтому тональное сжатие необходимо и в тенях. Кроме того, уровень паразитной подсветки в выбранных условиях просмотра сильно влияет на тоновую шкалу, особенно в тенях и в третьей четверти тона. Носители, предназначенные для рассматривания в условиях с разным уровнем паразитной подсветки, имеют разный уровень компенсации этой подсветки при тоновоспроизводстве.

PCS-колориметрия должна быть скорректирована с учетом изменений в цветовых ощущениях, вызванных отличиями в абсолютном уровне яркости, к примеру, для эталонных условий просмотра выбрана освещенность в 500 lux, что типично для дома и офиса. Как правило, коррекция требуется для исправления темных малокрасочных репродукций, которые рассматриваются при низких освещенностях, и светлых, красочных, которые рассматриваются при избыточной освещенности.

Тон-репродукционные характеристики фотографических систем заложены в конструкцию светочувствительных слоев, а также химию эмульсий и проявителей, или, в случае цифровой фотографии, в обработку изображения. В видео они заложены в электронику ресивера. Таким образом, color management system обычно имеет дело с изображением, воспроизведенном на том или ином носителе или устройстве с определенными тоновыми характеристиками яркостей зафиксированной сцены, где света и тени уже сжаты. Однако часто возникает необходимость воспроизведения изображения на носителе, чьи изначальные тоновые свойства далеки от идеала. В этих случаях для получения оптимальных результатов тоновая шкала изображения корректируется под выходной носитель.

D.7.6 Эталонный носитель и тональная компрессия

PCS и его эталонный носитель обеспечивают удобный интерфейс тоновых коррекций. Входные преобразования используют коррекции, необходимые для отображения тоновой шкалы оригинального носителя на носителе эталонном, а выходные преобразования наоборот: используют коррекции, отображающие тоновую шкалу эталонного носителя на выходном носителе.

Упомянутые коррекции весьма различны и зависят от желаемого художественного эффекта: в некоторых случаях цветовые ощущения, заложенные в оригинал, могут быть сохранены со всей точностью,

но в иных случаях потребуется их намеренное искажение в целях оптимизации воспроизведения на выходном носителе или имитации третьего носителя. Пути искажения при perceptual-цветопередаче неочевидны и определяются словосочетанием «желаемое цветовое ощущение».

Вывод на носители, динамический диапазон которых отличается от диапазона эталонного носителя, может быть реализован с помощью методов т.н. тоновой формовки (toneshaping), которые сжимают или наоборот — экспандируют (расширяют. — *Прим. пер.*) тоновую шкалу до диапазона устройства. Кроме того, в профайлах вывода различные «виды цветопередачи» включают в себя различные корректировки. Некоторые perceptual-преобразования, к примеру, могут быть разработаны для сохранения тоновой шкалы эталонного носителя, и если потребуется, они резко отсекают глубокие тени. Другие perceptual-преобразования могут использоваться для тонкой переформовки светов и теней.

Ввод с носителей, динамический диапазон которых отличается от диапазона эталонного носителя, также может использовать методы тоновой формовки (наряду с компрессией яркости для обеспечения баланса последней). Корректировки должны быть обратимыми в плане обеспечения высокой точности данных и вычислений для получения высокого качества вывода на тех или иных устройствах, к примеру, изображения с растянутым диапазоном светов (такие, как сканированные слайды) должны быть перемасштабированы на эталонный носитель, чтобы света были сжаты в диапазон PCS.

Нюансы этих методов могут варьироваться в зависимости от рыночной конъюнктуры, предлагаемого варианта «цветопередачи» и художественного выбора разработчиков программы-создателя профайла. Если визуализация преследует цель сохранения цветовых ощущений оригинала, коррекция тоновой шкалы может ограничиваться компенсацией отличий между фактическими и эталонными условиями просмотра, что включает в себя учет эффектов яркостной адаптации, адаптации по окружению и паразитной подсветки. В остальных случаях профайлвендорам предоставлена полная свобода действий в дифференцировке их программ согласно художественному выбору, при условии, что все преобразования с профайлом базированы на стандартном определении PCS. Таким образом, частное искусство поощряется только в контексте функциональной совместимости.

D.7.7 Процедурное резюме

Различные колориметрические корректировки могут быть сорганизованы в некую вычислительную процедуру расчета PCS-координат для device-profile преобразований. Процедура, описанная ниже, предназначена для входных и выходных профайлов отражающих носителей. Преобразования для монитора, как правило, рассчитываются по упрощенной схеме, описанной в следующем параграфе, хотя вполне допустимо выполнять преобразование для мониторов тем же путем, что и для устройств ввода-вывода, чтобы достичь более точного экранного показа. Для perceptual-цветопередачи процедура задает направление преобразования от устройства к PCS (AToB0Tag). Данная процедура предлагается как общая концепция, с допущением, что художественные приоритеты могут внести в нее существенные изменения.

1. Получение CIE 1931 XYZ-значений набора цветовых патчей характеризуемого устройства или носителя (дополнительная информация о процедуре измерений представлена в D.3), где присутствует хотя бы одно измерение белой точки носителя. Вдобавок необходимо получить колориметрию точки адаптации по белому (см. [6] стр. 356). Выполнить 2-й и 3-й шаги п. D.6.2.

2. Если цветность точки адаптации по белому отлична от D50 — конверсия колориметрии от цветности точки адаптации по белому данного устройства к цветности белой точки PCS с использованием соответствующего преобразования хроматической адаптации, что может быть выполнено по одному из методов, описанных в D.4, но предпочтительным является преобразование, рекомендованное в Приложении E.

3. Для учета отличий между фактическими и эталонными условиями просмотра выполняются соответствующие корректировки данных, которые включают в себя (но не ограничены ими) тональные корректировки отличий в уровнях паразитной подсветки, учет базовой яркостной адаптации и эффекты окружения (см. [6] стр. 474).

4. Конверсия откорректированной колориметрии в «желаемые» цвета для эталонного носителя. Белая и черная точки фактического носителя «сажаются» на белую и черную точки носителя эталонного. В целом данный шаг предоставляет большую свободу действий, диктуемых художественными приоритетами. Оптимальная цветопередача часто требует коррекции тоновой шкалы и цветов, в особенности при выраженных отличиях в динамическом диапазоне или цветовом охвате между фактическим и эталонным носителями.

5. Шкалирование CIE XYZ-значений эталонного носителя до PCS-значений. Выполняется таким образом, чтобы белая точка эталонного носителя «села» на белую точку PCS. Такое шкалирование кон-

цептуально эквивалентно преобразованию «желаемого изображения на эталонном носителе» до PCS-относительного с использованием мэппинга относительной колориметрически точной цветопередачи (формулы см. от D.4 до D.6 в п. D.6.1).

6. Опциональная конверсия PCS XYZ-значений в PCS L*a*b*-координаты согласно п. 6.4 и Приложению А.

7. Кодирование PCS XYZ-значений или PCS L*a*b*-координат в 8-ми или 16-битное цифровое представление согласно 6.3.4.

D.7.8 Дисплей монитора

Некоторые особые соображения касаются профайлов монитора. Поскольку CRT-монитор — это самосветящийся дисплей, интерпретация тона несколько неоднозначна: можно ли экран монитора, работающего на полную мощность, рассматривать как 100% рассеянного белого? В логике цветовых ощущений ответ на данный вопрос зависит от статуса адаптации наблюдателя, на которую влияют условия просмотра, к примеру, в обстановке ярко освещенного офиса наблюдатель может адаптироваться по окружающему освещению. В полумраке наблюдатель может адаптироваться непосредственно по экрану монитора. Поэтому в целом довольно сложно предсказать фактический статус адаптации наблюдателя.

Однако DTP-верстальщики или художники хотят видеть в экране монитора бумагу (или иную подложку) выводного устройства независимо от фактического статуса адаптации зрения. Таким образом, по сугубо практическим причинам важно, чтобы профайл дисплея был ориентирован на отображение бумаги при работе монитора на полную мощность ($R=G=B = 255$ для стандартного 24-битового отображения). Точно так же $R=G=B = 0$ должен соответствовать «черному» и воспроизводить минимальный коэффициент отражения носителя. Данные пользовательские ожидания основаны на повседневной практике и удобстве и не имеют отношения к строгой колориметрии и рассуждениям о цветовом восприятии.

Кроме того, преобразования с применением профайла монитора, которые используются в большинстве систем, основаны на упрощенных математических моделях и часто имеют вид линейного преобразования от XYZ до RGB (3x3 матрица), следующего за простой энергетической гамма-коррекцией по каждому каналу. Такие преобразования часто дают сбои при воспроизведении теней, поскольку игнорируют сдвиги, происходящие в катодно-лучевых трубках и управляющей электронике. Эти сдвиги варьируются от аппарата к аппарату, а также зависят от пользовательских установок контраста и яркости. К счастью, отклонения от колориметрической точности при использовании упрощенных моделей достаточно малы и частично замаскированы отражением от экрана, подчас от 3 до 5%, что допустимо.

Простые профайлы мониторов удовлетворяют типичным пользовательским требованиям, если белая точка монитора «посажена» на XYZ-значения белой точки PCS, а черная точка монитора — на черную точку PCS. Сказанное означает, что белая точка монитора «сажается» на белую точку эталонного носителя, а черная — на черную. Иными словами, когда выполнено типичное преобразование с использованием профайла монитора, белая точка эталонного носителя будет отображена за счет белой точки монитора, а черная точка эталона — за счет черной точки монитора. Такое отображение обеспечивает mapping динамического диапазона монитора на динамический диапазон эталонного носителя, а матричные преобразования удовлетворяют большинству пользовательских требований.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(для общей информации)

Тэг хроматической адаптации

Е.1 Общие положения

Данное приложение детально описывает происхождение и методику использования тэга хроматической адаптации (Chromatic Adaptation Tag). Первая часть рекомендует к общему использованию преобразование хроматической адаптации (Chromatic Adaptation Transform — CAT). Вторая часть дает его математическое описание. Последняя часть формулирует основные принципы и инструкции возможного применения тэга хроматической адаптации.

Тэг хроматической адаптации необходим для того, чтобы данные измерений, выполненные относительно фактического источника освещения (кроме D50) были вычислены из данных профайла. Такое вычисление не требуется при нормальном использовании ICC CMS, когда PCS значения зафиксированы относительно D50 (см. 6.2.1). Также тэг хроматической адаптации не используется при perceptual цвето-передаче (см. D.7.3).

Данные измерений, выполненных относительно фактического источника освещения, могут быть использованы для сравнения и разрешают пользователям (или программам) непосредственно обращаться к хроматической адаптации (к примеру, для того, чтобы применить CAT-метод при переходе от источника к назначению). Существует несколько возможных вариантов использования тэга хроматической адаптации.

Е.2 Вычисление матрицы хроматической адаптации

Спецификация формата ICC-профайлов позволяет использовать различные линейные (матричные) CAT, что обеспечивает определенную гибкость в выборе создателями профайлов наиболее подходящего метода CAT для своих приложений. Критерии выбора включают визуальное соответствие, цветовой охват изображения (преобразованный для D50 PCS) и прочие соображения. Однако использование различных CAT соответственно дает различные результаты, подчас неудовлетворительные. Поэтому рекомендовано т.н. линейное брэдфордское преобразование хроматической адаптации — Linear Bradford CAT — идентичное линейному преобразованию CIECAM97, целиком взятому из публикации CIE №131, но с ограничениями, описанными в Е.3. Линейное брэдфордское преобразование должно использоваться всегда, когда нет оснований применять иное преобразование. До сего времени брэдфордское преобразование широко применялось в технологии цифровых изображений и продемонстрировало великолепные визуальные результаты. Если же создатель профайла решил применить не брэдфордское преобразование, то он должен быть готов к возможным проблемам и к тому, что результаты, полученные с помощью его профайла, будут отличаться от результатов работы профайлов, взятых из других источников.

Матрица хроматической адаптации для линейного CAT — это комбинация трех отдельных преобразований:

1. Конверсия исходных значений CIE XYZ-значений к значениям т.н. колбочкового ответа (cone response values).
2. Коррекция значений колбочкового ответа в зависимости от хроматической адаптации наблюдателя.
3. Конверсия откорректированных значений колбочкового ответа назад, к значениям CIE XYZ.

Формулы Е.1 и Е.2 в следующем параграфе показывают, как данные конверсии используются в создании матрицы.

Е.3 Линеаризованное Bradford/CIECAM97-преобразование

При полной адаптации и без учета незначительной нелинейности в синем канале брэдфордское преобразование идентично преобразованию CIECAM97. Согласно вышевысказанному предположению (см. D.4), оба метода представляют собой единый вариант преобразования в «колбочковом пространстве». Значения колбочкового ответа могут быть найдены с помощью матричного уравнения:

$$\begin{bmatrix} \rho \\ \gamma \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,8951 & 0,2664 & -(0,1614) \\ -(0,7502) & 1,7135 & 0,0367 \\ 0,0389 & -(0,0685) & 1,0296 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M_{\text{BFD}} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (\text{E.1})$$

Вычисление перехода (визуального эквивалента) CIE XYZ-значений между двумя белыми точками может быть получено применением матрицы хроматической адаптации по следующей формуле:

$$M_{\text{adapt}} = M_{\text{BFD}}^{-1} \begin{bmatrix} \rho_{\text{pcs}} / \rho_{\text{src}} & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{\text{pcs}} / \gamma_{\text{src}} & 0 \\ 0 & 0 & \beta_{\text{pcs}} / \beta_{\text{src}} \end{bmatrix} M_{\text{BFD}} \quad (\text{E.2})$$

Где:

$$\begin{bmatrix} \rho_{\text{src}} \\ \gamma_{\text{src}} \\ \beta_{\text{src}} \end{bmatrix} = M_{\text{BFD}} \begin{bmatrix} X_{\text{WPsrc}} \\ Y_{\text{WPsrc}} \\ Z_{\text{WPsrc}} \end{bmatrix} \quad (\text{E.3})$$

$$\begin{bmatrix} \rho_{\text{pcs}} \\ \gamma_{\text{pcs}} \\ \beta_{\text{pcs}} \end{bmatrix} = M_{\text{BFD}} \begin{bmatrix} X_{\text{WPpcs}} \\ Y_{\text{WPpcs}} \\ Z_{\text{WPpcs}} \end{bmatrix} \quad (\text{E.4})$$

XYZ_{WPpcs} — трехстимульные значения эталонного осветителя; XYZ_{WPsrc} — трехстимульные значения фактического источника.

Е.4 Использование матрицы хроматической адаптации

Пути использования chromaticAdaptationTag активно изучаются ICC.

ChromaticAdaptationTag не применяется при perceptual-цветопередаче (см. D.7.3). Пользователь может заглянуть в установки профайлов и выяснить, какие виды коррекции имеются в его распоряжении. Есть несколько вариантов:

1. Ни один из профайлов в репродукционной цепочке не использует chromaticAdaptationTag. Никаких преобразований.
2. Все профайлы имеют chromaticAdaptationTag. Если используется единый метод, то никаких действий не предпринимается. Если использованы разные методы, то пользователь может выключить все, кроме какого-то одного выбранного.
3. Только один профайл имеет chromaticAdaptationTag. Выполнение преобразования определено только им.

Ниже приведен пошаговый пример выполнения коррекции цветовых преобразований между двумя RGB-профайлами мониторов, содержащих chromaticAdaptationTag.

Шаг 1. Определение идентичности обоих методов. Если обе матрицы идентичны, метод расчета хроматической адаптации един. Если матрицы разные, метод может оставаться одним и тем же, когда различны фактические источники освещения. Простой путь проверки: если M1 и M2 — это матрицы хроматической адаптации соответственно 1-го и 2-го профайлов, то единство метода будет доказано в том случае, если является истинной следующая формула: $M1 * M2 == M2 * M1$. (Примечание: данное заключение будет правильным до тех пор, пока все диагональные коэффициенты матрицы разные — что встречается чаще всего). Если метод расчета адаптации един, остановимся здесь.

Шаг 2. Определение фактического источника освещения первого профайла. Может быть выполнено за счет применения обратной матрицы хроматической адаптации для PCS D50 XYZ-значений.

Шаг 3. Инверсия значений красного, зеленого и синего колорантов, записанных в колорантных тэгах для фактического источника освещения. Достигается за счет инверсии матрицы хроматической адаптации по каждому колоранту.

Шаг 4. Расчет новой матрицы хроматической адаптации. Можно использовать разные матрицы колбочкового ответа, но рекомендуется брэдфордское преобразование, описанное в Е.3.

Шаг 5. Расчет новых D50-относительных значений красного, зеленого и синего колорантов путем применения матрицы, вычисленной в шаге 4 для значений колорантов при фактическом источнике, согласно шагу 3.

Шаг 6. Повтор шагов со 2-го по 5-й для второго профайла.

Для профайлов, содержащих LUT-тэги, коррекции могут быть выполнены после того, как значения конвертированы в PCS за счет дополнительного шага по отмене и перерасчету хроматической адаптации.

ПРИЛОЖЕНИЕ F

(Нормативный материал)

Модели вычислений по профайлу

F.1 grayTRCTag

Математическая модель, представляющая данные в grayTRCTag, это:

$$\text{связь} = \text{grayTRC}[\text{устройство}] \quad (\text{F.1})$$

Данное представление — это простая тон-репродукционная кривая, адекватная большинству монохромных устройств ввода. Значения связи в данной формуле представляют ахроматический канал PCS в диапазоне от 0 до 1, где 0 соответствует черному, а 1,0 — белому. CIE XYZ- или L*a*b*-значения PCS получают умножением D50-белой точки на нормированные значения TRC между 0 и 1. Если требуется обратное преобразование, то пользуются формулой:

$$\text{устройство} = \text{grayTRC}^{-1}[\text{связь}] \quad (\text{F.2})$$

Примечание: grayTRCTag часто является производным канала яркости PCS (Y или L*).

F.2 Профайлы на основе трехкомпонентной матрицы

Данная модель описывает преобразование от цветового пространства устройства к PCS. Преобразование основано на трех взаимонезависимых поканальных тон-репродукционных кривых, конвертирующих нелинейные значения RGB в линейные, и 3x3-матрице, конвертирующей линейные значения RGB в относительные XYZ-значения. Математическая модель выглядит так:

$$\begin{aligned} \text{линейный}_r &= \text{redTRC}[\text{устройство}_r] \\ \text{линейный}_g &= \text{greenTRC}[\text{устройство}_g] \\ \text{линейный}_b &= \text{blueTRC}[\text{устройство}_b] \end{aligned} \quad (\text{F.3})$$

$$\begin{bmatrix} \text{связь}_X \\ \text{связь}_Y \\ \text{связь}_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{redКолонкаМатрицы}_X & \text{greenКолонкаМатрицы}_X & \text{blueКолонкаМатрицы}_X \\ \text{redКолонкаМатрицы}_Y & \text{greenКолонкаМатрицы}_Y & \text{blueКолонкаМатрицы}_Y \\ \text{redКолонкаМатрицы}_Z & \text{greenКолонкаМатрицы}_Z & \text{blueКолонкаМатрицы}_Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{линейный}_r \\ \text{линейный}_g \\ \text{линейный}_b \end{bmatrix} \quad (\text{F.4})$$

Данное представление — это простая линеаризация, за которой следует матричное преобразование. Три тон-репродукционные кривые линеаризуют необработанные значения относительно яркости (Y), кодированной в PCS CIE XYZ. 3x3-матрица конвертирует эти значения в XYZ-значения, которые уже могут кодироваться в CIE XYZ PCS-значения согласно п. 6.3.4. Обратный расчет выполняется по формулам:

$$\begin{bmatrix} \text{линейный}_r \\ \text{линейный}_g \\ \text{линейный}_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{redКолонкаМатрицы}_X & \text{greenКолонкаМатрицы}_X & \text{blueКолонкаМатрицы}_X \\ \text{redКолонкаМатрицы}_Y & \text{greenКолонкаМатрицы}_Y & \text{blueКолонкаМатрицы}_Y \\ \text{redКолонкаМатрицы}_Z & \text{greenКолонкаМатрицы}_Z & \text{blueКолонкаМатрицы}_Z \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \text{связь}_X \\ \text{связь}_Y \\ \text{связь}_Z \end{bmatrix} \quad (\text{F.5})$$

$$\text{устройство}_r = \text{redTRC}^{-1}[1](\text{линейный}_r > 1)$$

$$\text{устройство}_r = \text{redTRC}^{-1}[\text{линейный}_r](0 \leq \text{линейный}_r \leq 1) \quad (\text{F.6})$$

$$\text{устройство}_r = \text{redTRC}^{-1}[0](\text{линейный}_r < 0)$$

$$\begin{aligned} \text{устройство}_g &= \text{greenTRC}^{-1}[1](\text{линейный}_g > 1) \\ \text{устройство}_g &= \text{greenTRC}^{-1}[\text{линейный}_g](0 \leq \text{линейный}_g \leq 1) \end{aligned} \quad (\text{F.7})$$

$$\text{устройство}_g = \text{greenTRC}^{-1}[0](\text{линейный}_g < 0)$$

$$\begin{aligned} \text{устройство}_b &= \text{blueTRC}^{-1}[1](\text{линейный}_b > 1) \\ \text{устройство}_b &= \text{blueTRC}^{-1}[\text{линейный}_b](0 \leq \text{линейный}_b \leq 1) \end{aligned} \quad (\text{F.8})$$

$$\text{устройство}_b = \text{blueTRC}^{-1}[0](\text{линейный}_b < 0)$$

В матрично-тон-репродукционных моделях может применяться только CIE XYZ-кодирование PCS. Такой профайл может быть использован с любым устройством, работающим в трехкомпонентном цветовом пространстве, относительно связанным с XYZ. Если в качестве PCS используется CIE L*a*b*-кодирование, то в профайл должен быть включен AToB0Tag.

Примечание: альтернативная модель, основанная на трехкомпонентной матрице, может быть представлена в тэгах класса lutAtoB с M-кривыми, матрицей при нулевых коэффициентах и тождественными B-кривыми. Если M-кривые выполняют функцию тон-репродукционных кривых, коэффициенты трехкомпонентной матрицы (для получения эквивалентных значений PCS) должны быть сначала шкалированы на 32768/65535, а уже потом записаны в тэги класса lutAtoB. 32768/65535 — это коэффициент кодирования для PCS XYZ.

ПРИЛОЖЕНИЕ G

(для общей информации)

Таблицы обязательных тэгов и их список

Нижеследующие таблицы обобщают обязательные тэги по каждому классу профайлов и представляют список всех обязательных зарегистрированных тэгов:

Таблица G.1 — Обязательные тэги профайлов ввода, основанных на N-component LUT

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
AToB0Tag	От устройства к PCS: 8-битные или 16-битные данные
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.2 — Обязательные тэги профайлов ввода, основанных на трехкомпонентной матрице

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
redMatrixColumnTag	Первая колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным red-каналом)
greenMatrixColumnTag	Вторая колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным green-каналом)
blueMatrixColumnTag	Третья колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным blue-каналом)
redTRCTag	Тон-репродукционная кривая red-канала
greenTRCTag	Тон-репродукционная кривая green-канала
blueTRCTag	Тон-репродукционная кривая blue-канала
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Примечание: в матрично-тон-репродукционных моделях должно применяться только CIE XYZ-кодирование PCS. Если используется CIE LAB-кодирование PCS, то вместо матричного профайла должен использоваться профайл, основанный на N-component-LUT и содержащий тэг AToB0.

Таблица G.3 — Обязательные тэги монохромных профайлов ввода

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
grayTRCTag	Серая тон-репродукционная кривая
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.4 — Обязательные тэги профайлов монитора, основанных на N-component LUT

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
AToB0Tag	От устройства к PCS: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 0
BToA0Tag	От PCS к устройству: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 0
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.5 — Обязательные тэги профайлов монитора, основанных на трехкомпонентной матрице

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
redMatrixColumnTag	Первая колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным red-каналом)
greenMatrixColumnTag	Вторая колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным green-каналом)
blueMatrixColumnTag	Третья колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным blue-каналом)
redTRCTag	Тон-репродукционная кривая red-канала
greenTRCTag	Тон-репродукционная кривая green-канала
blueTRCTag	Тон-репродукционная кривая blue-канала
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.6 — Обязательные тэги для монохромных профайлов монитора

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия

	профайла, отображаемые на экране
grayTRCTag	Серая тон-репродукционная кривая
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.7 — Обязательные тэги выходных профайлов, основанных на N-component LUT

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
AToB0Tag	От устройства к PCS: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 0
BToA0Tag	От PCS к устройству: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 0
gamutTag	Тэг внегамутных цветов: 8-битные или 16-битные данные
AToB1Tag	От устройства к PCS: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 1
BToA1Tag	От PCS к устройству: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 1
AToB2Tag	От устройства к PCS: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 2
BToA2Tag	От PCS к устройству: 8-битные или 16-битные данные. Intent — 2
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
colorantTableTag	Тэг колорантов. Требуется только тогда, когда поле цветового пространства данных — это xCLR (к примеру, 3CLR)
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.8 — Обязательные тэги монохромных выходных профайлов

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
grayTRCTag	Серая тон-репродукционная кривая
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.9 — Обязательные тэги DeviceLink-профайлов

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
AToB0Tag	Структура фактических параметров преобразования: 8-битные или 16-битные данные
profileSequenceDescTag	Описание последовательности использованных профайлов
colorantTableTag	Колоранты профайла устройства-источника. Требуется только тогда, когда поле цветового пространства данных — это xCLR (к примеру, 3CLR)

colorantTableOutTag	Колоранты профайла устройства-назначения. Требуется только тогда, когда поле цветового пространства данных — это xCLR (к примеру, 3CLR)
copyrightTag	Тэг авторского права

Таблица G.10 — Обязательные тэги профайлов конверсии цветовых пространств

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
BToA0Tag	Структура обратного преобразования: 8-битные или 16-битные данные
AToB0Tag	Структура фактического преобразования: 8-битные или 16-битные данные
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.11 — Обязательные тэги абстрактных профайлов

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
AToB0Tag	Структура фактического преобразования: 8-битные или 16-битные данные
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.12 — Обязательные тэги профайлов спотовых цветов

Название тэга	Общее описание
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
namedColor2Tag	PCS и дополнительное аппаратное представление спотовых цветов
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
copyrightTag	Тэг авторского права
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50

Таблица G.13 — Список зарегистрированных на сегодня публично открытых тэгов

Название тэга	Общее описание
AToB0Tag	Многомерная структура преобразования
AToB1Tag	Многомерная структура преобразования
AToB2Tag	Многомерная структура преобразования
blueMatrixColumnTag	Третья колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным blue-каналом)

blueTRCTag	Тон-репродукционная кривая blue-канала
BToA0Tag	Многомерная структура преобразования
BToA1Tag	Многомерная структура преобразования
BToA2Tag	Многомерная структура преобразования
calibrationDateTimeTag	Дата и время создания профайла
charTargetTag	Мишень характеристики, к примеру, IT8/7.2
chromaticAdaptationTag	Конвертирует XYZ-значения, полученные при фактическом источнике освещения, в значения при PCS-осветителе. Необходим только в том случае, если фактический источник освещения не D50
chromaticityTag	Цветность фосфора или колоранта
colorantOrderTag	Задаёт последовательность наложения колорантов
colorantTableTag	Идентифицирует колоранты, записанные в профайл. Необходим для профайлов, основанных на N-component-LUT, и DeviceLink-профайлов, и только в случае, если поле цветового пространства данных — это xCLR (к примеру, 3CLR)
colorantTableOutTag	Идентифицирует выходные колоранты, записанные в профайл. Необходим только в том случае, если поле PCS — это xCLR (к примеру, 3CLR)
copyrightTag	Тэг авторского права
deviceMfgDescTag	Описание производителя устройства, отображаемое на экране
deviceModelDescTag	Описание модели устройства, отображаемое на экране
gamutTag	Тэг внегамутных цветов: 8-битные или 16-битные данные
grayTRCTag	Серая тон-репродукционная кривая
greenMatrixColumnTag	Вторая колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным green-каналом)
greenTRCTag	Тон-репродукционная кривая green-канала
luminanceTag	Абсолютная яркость излучающего устройства
measurementTag	Альтернативное описание данных измерений
mediaBlackPointTag	XYZ черная точка носителя
mediaWhitePointTag	XYZ белая точка носителя
namedColor2Tag	PCS и дополнительное аппаратное представление спотовых цветов
outputResponseTag	Описание требуемого ответа от устройства, для которого построен профайл
preview0Tag	Предпросмотр преобразования: 8-битные или 16-битные данные
preview1Tag	Предпросмотр преобразования: 8-битные или 16-битные данные
preview2Tag	Предпросмотр преобразования: 8-битные или 16-битные данные
profileDescriptionTag	Структура, содержащая инвариантные и локализуемые версии названия профайла, отображаемые на экране
profileSequenceDescTag	Описание последовательности использованных профайлов
redMatrixColumnTag	Первая колонка матрицы, используемой в матрично-тон-репродукционных преобразованиях (в процессе матричного умножения объединена с линейным red-каналом)
redTRCTag	Тон-репродукционная кривая red-канала
technologyTag	Информация о технологии устройства, например, LCD, CRT, краскосублимация и пр.
viewingCondDescTag	Описание условий просмотра
viewingConditionsTag	Параметры условий просмотра

Библиография

- [1] Advanced Color Imaging on the Mac OS, Apple Computer 1995
- [2] ANSI CGATS TR 001:1995, Graphic Technology — Color Characterization Data for Type 1 Printing
- [3] ISO/IEC 15444-2 Information technology — JPEG 2000 image coding system — Part2: Extensions
- [4] D. Walker, The Effects of Illuminant Spectra on Desktop Color Reproduction, in Device Independent Color Imaging, R. Motta and H. Berberian, ed., Proc. SPIE, 1909, 1993, pp. 236-246.
- [5] R. W. G. Hunt, The Reproduction of Colour, Fifth Edition, Fountain Press, 1995.
- [6] E. J. Giorgianni and T. E. Madden, Digital Color Management, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1998.
- [7] Mark D. Fairchild, Color Appearance Models, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1998.
- [8] ISO 22028-1:2003, Photography and Graphic Technology — Extended colour encodings for digital image storage, manipulation and interchange — Part 1: Architecture and requirements.