

# ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО НА ИСС ПРИНТЕРНИ ПРОФИЛИ ЧРЕЗ ДВУПОСОЧНА ЦВЕТОВА ТРАНСФОРМАЦИЯ

Владимир Каменов<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> ТУ-София, Машиностроителен Факултет, Катедра „Прецизна техника и уредостроене“, гр. София, бул. “Климент Охридски” 8, Email: [vladokamenov@tu-sofia.bg](mailto:vladokamenov@tu-sofia.bg)

*Резюме:* Наличието на качествена оценка на ИСС профили е важно, понеже тя показва колко добре устройството е характеризирано и оттам колко точни ще са възпроизведените цветове в една цветово-управлявана работна среда. Един възможен подход е обективно да се оценява точността на профилите с използване на колориметричен метод (colorimetric rendering intent), който е използван в много работни процеси (workflows) за отпечатване или за повторна репродукция (repurposing) на образи, както и за хардуерна и софтуерна цветопроба. Оценки, базирани на колориметричния метод предоставят измерими стойности, подходящи при сравняване на профили създадени от различни софтуерни пакети.

*Ключови думи:* ИСС профил, оценка на качеството, колориметричен метод, roundtrip

## 1. Въведение

Фундаменталният принцип при обективни сравнения на цветови принтерни профили е да се сравнява предварително известното поведение при отпечатване на цветове на устройството с предсказаното от цветовия профил [1]. Това се осъществява чрез сравняване на направените измервания на отпечатаната цветна тестова таблица при профилирането на принтера (цветовете, които е известно, че се отпечатват в отговор на зададени цветови стойности) с LAB стойностите, които цветовия профил предвижда, че ще се отпечатат. По този начин е възможно да се добие представа за AtoB1 (принтер към PCS (профилно свързващо пространство)) таблицата. Но тъй като профилите за двупосочни, е възможно да се направи и още нещо. Предсказаните LAB стойности се отпечатват чрез изследвания принтерен профил, измерват се и се сравняват с предсказаните LAB стойности. По този начин се добива представа за трансформацията в колориметричната BtoA1 (PCS към принтер) таблица. Последно “цикълът се затваря” чрез сравняване на началните измервания при профилиране с тези от предсказаните LAB стойности, отпечатани чрез изследвания принтерен профил.

## 2. Ограничения на точността на инверсията

Според ИСС 1:2004-10 “BtoA трансформациите представляват обратната операция на AtoB трансформациите”. [2] Цветова трансформация, описана от версия 2 LUT (таблица за търсене) обикновено не подлежи на инвертиране и затова обратната трансформация задължително е кодирана в цветовия профил. В идеализирания случай двупосочената цветовата трансформация (при която данните се конвертират от едно кодиране през цветови профил в друго кодиране и обратно в началното кодиране с използване на един и същ колориметричен метод – roundtrip подход) трябва да доведе до стойности, които идеално съвпадат с началните. На практика възникват разлики, които се дължат на: фиксираната точност на изчисленията и операциите по закръгляване и интерполиране; семплирането на кодираните данни в CLUT (color LUT); разлики в цветовата гама на профилното свързващо пространство (PCS); умишлени разлики между BtoAx и AtoBx цветовете трансформации.

При BtoAx цветова трансформация получените стойности са разположени на равномерни интервали за цялото профилното свързващо пространство. Много от PCS стойностите са извън цветовата гама на принтерните профили и затова BtoAx

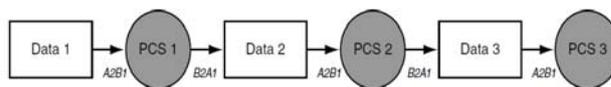
трансформацията пренасочва тези цветове към цветови координати, които са разположени в гамата на принтера. При AtoBx трансформацията всички входни цветови стойности имат изходна стойност в PCS пространството и не се налага пренасочване на цветове извън цветовата гама. При колориметричните методи за пренасочване на цветове, само цветовете, които са в гамата на принтерното пространство могат да се подлагат на двупосочна цветова трансформация коректно.

### 3. Използване на двупосочна цветова трансформация за оценка на качеството на принтерни профили

Чрез прилагане на двупосочна цветова трансформация върху набор от апаратни цветове, намиращи се в ефективната цветова гама на принтера, е възможно да се направи оценка за степента на точност на инверсията, извършвана от профила.

Ако AtoB1 трансформацията е базирана на измерване на цветове, кодирани в апаратни стойности и описва точно превръщанията на апаратни цветове в PCS цветове (както се изисква по спецификация), то двупосочната трансформация може да се използва и за оценка на точността на BtoA1 трансформацията.

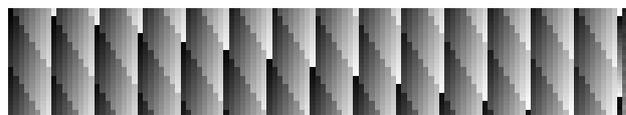
Отделно от точността на цветовата трансформация, точността на инверсията на цветовете може също да разкрие относителната гладкост на цветовете превръщания (фиг.1).



Фиг.1 – Принципна друпосочна цветова трансформация при използване на колориметричен метод за цветове извън гамата

### 4. Провеждане на изследванията

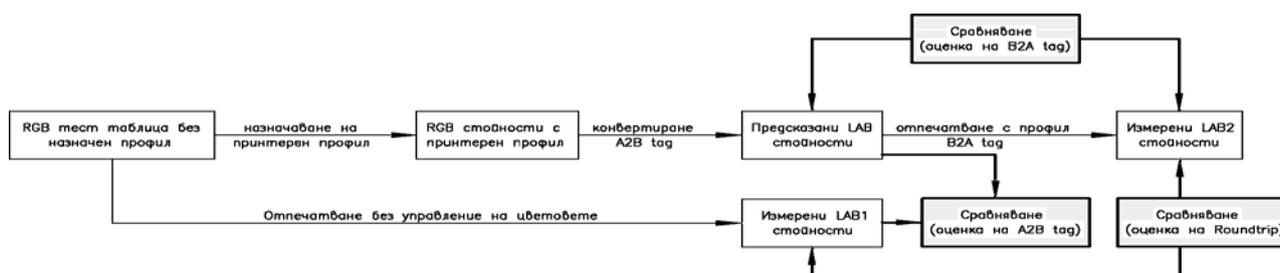
Изследва се принтер HP CLJ3550. Операционна система Windows XP. Модул за управление на цветовете (CMM) - Adobe CMM. Тестовата цветна скала се състои от 3016 цвята RGB (фиг.2), без назначен цветови профил. Тествания профил и цветната скала са създадени чрез софтуерен пакет i1Profiler. Оценяваният профил е версия 2 и е RGB. За измерване на цветовете се използва спектрофотометър i1 Pro. За качествена оценка на цветовете трансформации на профила са използвани софтуери Gamutvision, Colorthink и ColorLAB. Използваната скала за оценка на цветовете разлики е CIELAB delta E2000.



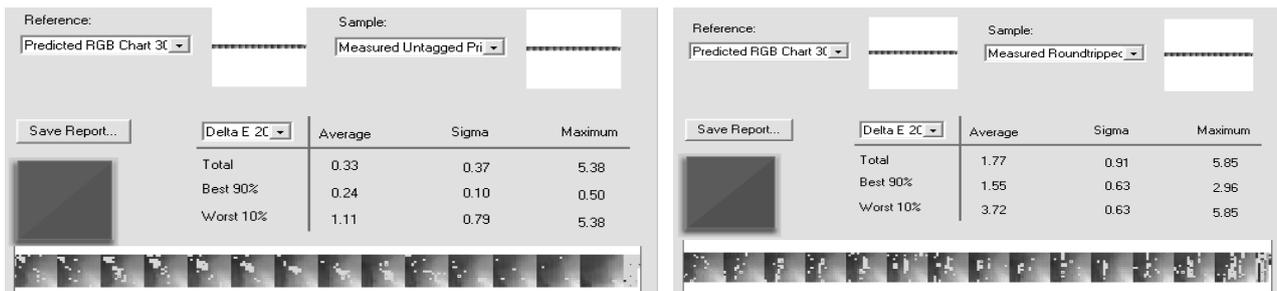
Фиг.2 – Цветна тест скала за профилиране и оценка на цветови трансформации

### 5. Двупосочна цветова трансформация чрез реално измерване на поведението на принтера (Метод 1) [1]

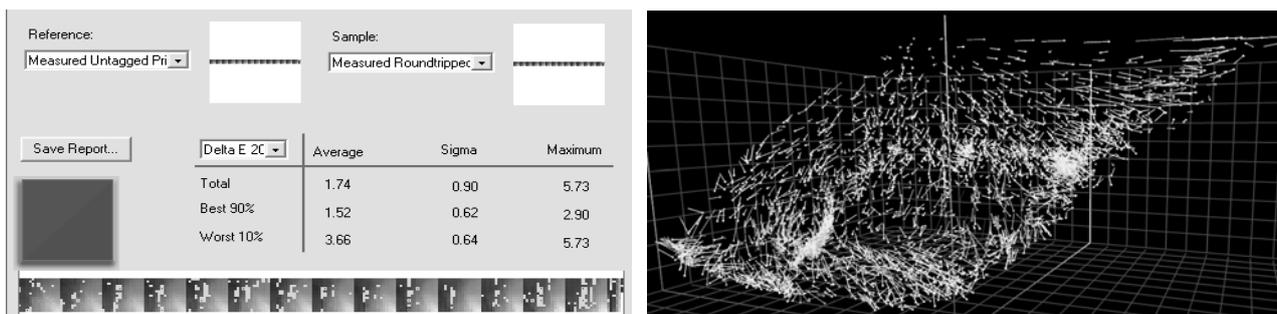
Фиг.3 показва стъпките, необходими за оценяване на AtoB, BtoA и “roundtrip” (двупосочна цветова трансформация) трансформациите. На следващите фигури са показани извършените сравнения според алгоритъма:



Фиг.3 – Алгоритъм за оценка на качеството на цветопрераждане на принтерен профил чрез реални измервания (метод 1)



Фиг.4 – Оценка на AtoB1 трансформацията Оценка на BtoA1 трансформацията



Фиг.5 – Оценка на цялостната точност на профила (roundtrip) и векторни разлики

## 6. Двупосочна цвяова трансформация чрез реално измерване на поведението на принтера (Метод 2)

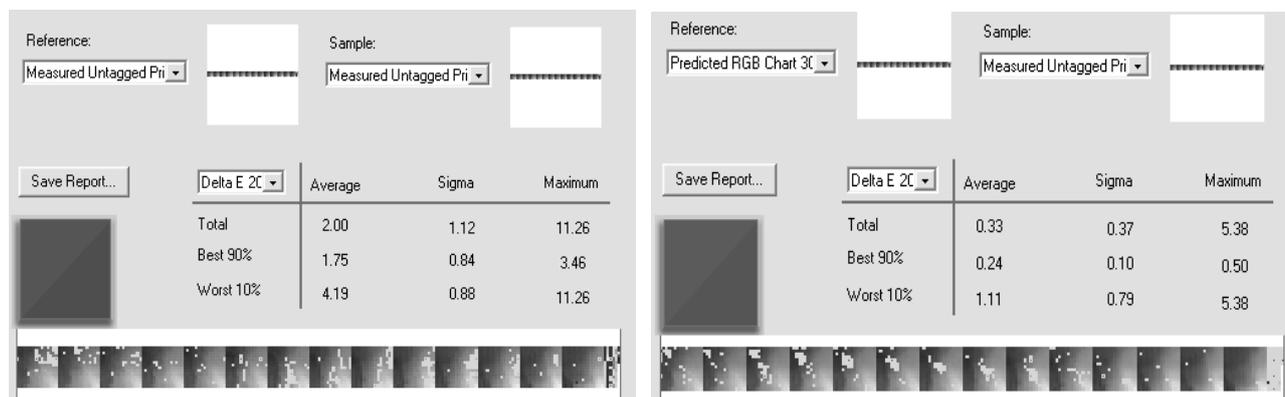
На фиг.6 е показан алгоритъмът за провеждане на измерването. На следващите фигури са показани резултатите от проведените сравнения според описания метод. [3]

Трябва да се помни, че BtoA1

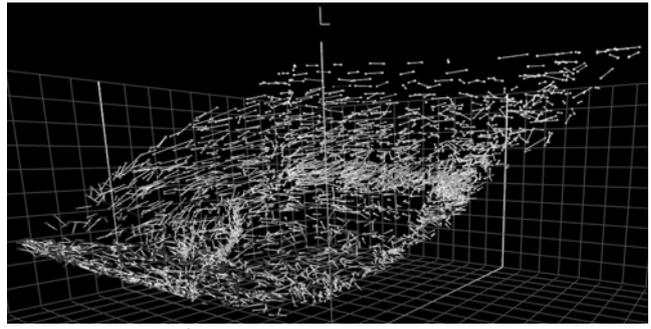
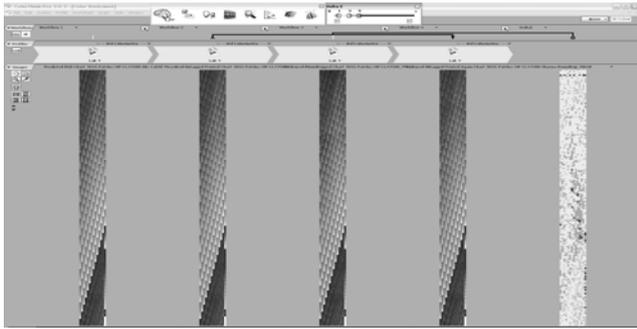
трансформационната таблица се използва за отпечатване на образи и тя е най-важната трансформация във всеки изходен профил. AtoB1 трансформацията се очаква да е по-добра от BtoA1, защото тя ползва само софтуерни процеси, докато BtoA1 включва реално отпечатване и измерване на цвяови стойности, което води до по-големи неточности.



Фиг.6 – Алгоритъм за оценка на качеството на цвяопредаване на принтерен профил чрез реални измервания (метод 2)



Фиг.7 – Оценка на AtoB1 трансформацията (ляво) и оценка на BtoA1 трансформацията (дясно)

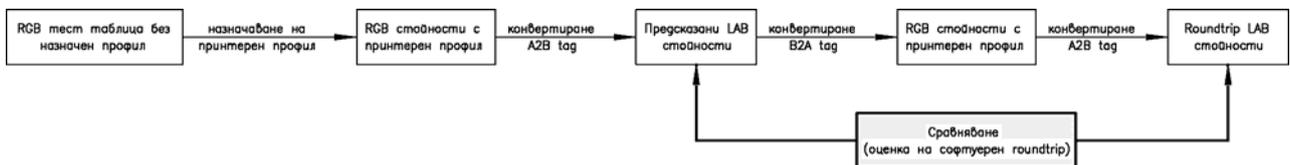


Фиг.8 – Оценка на VtoA1 трансформацията на профила и векторни разлики

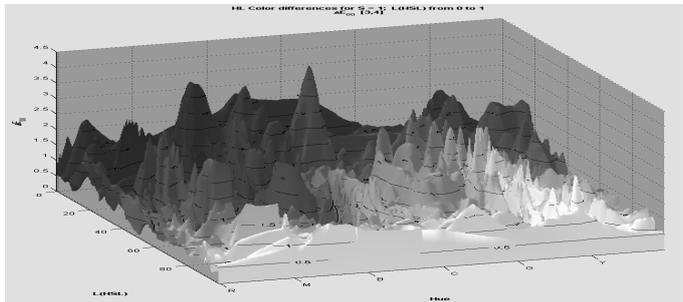
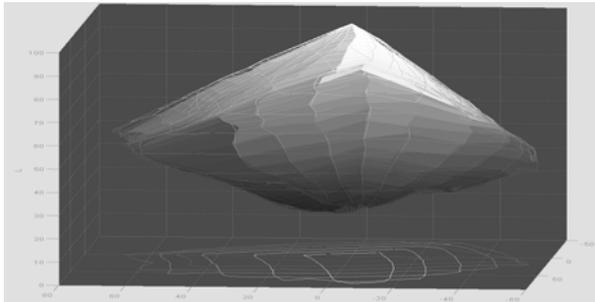
### 7. Двупосочна цетова трансформация чрез софтуерна симулация (Метод 3)

Използва се метода на софтуерна двупосочна цетова трансформация (software roundtrip test) чрез колориметричен метод (colorimetric rendering intent) за

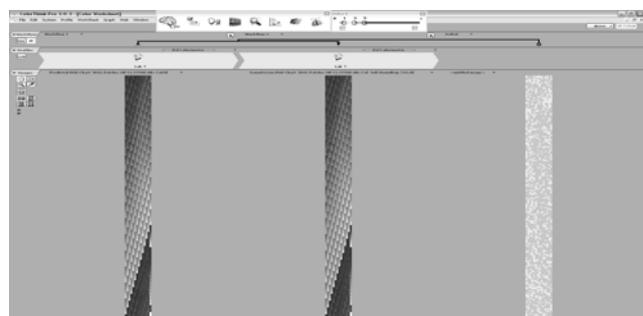
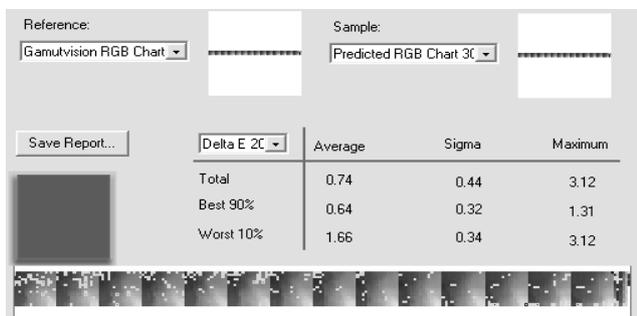
идентификация на потенциални проблеми при принтерни цетови профили. Методът предоставя много бърз и лесен начин за изпитване на обратимостта на профила (фигура 9). [4] Резултати от проведените колориметрични изследвания:



Фиг.9 – Алгоритъм на софтуерна цетова двупосочна трансформация.



Фиг.10 – Сравняване на цетовите гамии на предсказаните (мрежа) и получените чрез двупосочна трансформация (плътни) тестови цетове (ляво). Цетови разлики при двупосочна трансформация в делта E2000 единици (дясно)



Фиг.11 – Оценка на софтуерна двупосочна трансформация

### 8. Резултати и изводи

Използвани са три метода за оценка – софтуерен и два базирани на измервания. [5] Оценени са точността на колориметричните

трансформации в профила - табл.1. Изполваната дефиниция за цетова разлика е CIELAB delta E 2000. Възможно е получаване на грешки при измерванията,

дължащи се на оператора. Такава грешка е забелязана при измерванията от фиг.8 за седем цвята на един ред. Понеже общият брой на измерваните цветове е 3016, грешно измерените цветове влияят малко на

средната стойност на цветовете грешка и измерването е прието.

Таблица 1 – Оценка на колориметричната точност на профила

Оценка	Метод 1 Средна ст.	Метод 2 Средна ст.	Метод 3 Средна ст.
<b>AtoB1</b>	0.33	0.33	-
<b>BtoA1</b>	1.77	2.00	-
<b>Roundtrip</b>	1.74	-	0.74

#### Анализ на измерванията по Метод 1:

Оценката на AtoB1 е делта E2000 грешка = 0.33 ср.стойност. Стойността е малка, защото процедурата е базирана на реални измервания. Оценката на BtoA1 е делта E2000 грешка = 1.77 ср. стойност. Тук грешката е по-голяма, защото оценката е свързана с изчислителни процедури. Резултатът от трансформацията Roundtrip е делта E2000 грешка = 1.74 ср. стойност. Тази стойност се използва за индикатор на цялостната точност на цветовете трансформации на профила и в случая е много добра.

При AtoB1 сравнението не се забелязват цветови области с големи отклонения, освен в неутралната скала. При BtoA1 сравнението отново се забелязва цветова разлика в неутралната градация. Наблюдава се отклонение в наситено синьо – виолетовата област. При “Roundtrip” сравнението отново се забелязва цветова разлика в синьо-лилавата област, но неутралната област е възпроизведена вярно.

#### Анализ на измерванията по Метод 2:

Оценката на AtoB1 трансформацията според метода е същата като при метод 1. Оценката на BtoA1 е близка до оценката според метод 1 и също е много добра.

Наблюдават се цветови разлики близки до 5 делта E2000 единици в синьо-зелената пастелна област.

#### Анализ на измерванията по Метод 3:

Измерената средна стойност за „roundtrip” трансформация е 0.74 делта E2000 единици. Разликата може да се обясни с използването само на изчислителни

процедури без реални измервания. На фиг.10 (ляво) цветовете обемни тела почти напълно съвпадат, с изключение на малка част много тъмни цветове. На фиг.10 (дясно) има цветови разлики в някои наситени тъмно кафяви области, както и в пастелните тонове и в синьо-зелено-лилавата област, което съвпада с установеното при измерванията по метод 1 и 2.

#### 9. Литература

[1] **B. Fraser. C. Murphy. F. Bunting.** *Real world color management 2nd edition.* Peachpit Press, 2004, ISBN: 321-26722-2, 257с.

[2] **P. Green.** *Color management: Understanding and using ICC profiles.* John Wiley & Sons Ltd, 2010, ISBN: 978-0-470-05825-1, 283с.

[3] **A. Sharma.** *Measuring the quality of ICC profiles and color management software.* Seybolt publications, 2005, 14с.

[4] *Gamutvision User Manual, Roundtrip section,* <http://www.gamutvision.com/>

[5] **L. Mestha. S. Dianat.** *Control of Color Imaging Systems: Analysis and Design,* CRC Press, 2009, ISBN 9780849337468, 399с.

#### Данни за авторите:

**Владимир Василев Каменов,** Маг. Инж., специалност „Прецизна техника и уредостроене (2003г.), Доктор (2006г.), Главен асистент (2009г); Катедра „Прецизна техника и уредостроене, Машиностроителен факултет, ТУ-София. Научни интереси: управление и измерване на цветове; копирна и печатна офис техника; измерване на шум и вибрации; диагностика на машини.

# QUALITY ASSESSMENT OF ICC PRINTER PROFILES USING ROUNDRIP METHODS

Vladimir Kamenov<sup>1)</sup>

1) TU-Sofia, Mechanical engineering faculty, "Precision engineering and measurement instruments" department, Sofia, Kliment Ohridski 8 blvd, Email: [vladokamenov@tu-sofia.bg](mailto:vladokamenov@tu-sofia.bg)

*Abstract:* Quality assessment of ICC printer profiles is important, because it shows how well the device is characterized and how accurate the reproduced printed colors will be in a color managed workflow. One possible approach is to objectively assess the accuracy of profiles using the colorimetric rendering intent, which is used in many workflows for printing or repurposing of images, as well as for hard and soft proofs. Assessments based on the colorimetric intent provide measurable values suitable for comparisons of profiles created by different software packages.

*Key-Words:* ICC printer profiles, quality assessment, rendering intents, roundtrip

## References

[1] **B. Fraser. C. Murphy. F. Bunting.** *Real world color management 2nd edition.* Peachpit Press, 2004, ISBN: 321-26722-2, 257c.

[2] **P. Green.** *Color management: Understanding and using ICC profiles.* John Wiley & Sons Ltd, 2010, ISBN: 978-0-470-05825-1, 283c.

[3] **A. Sharma.** *Measuring the quality of ICC profiles and color management software.* Seybolt publications, 2005, 14c.

[4] *Gamutvision User Manual, Roundtrip section,* <http://www.gamutvision.com/>

[5] **L. Mestha. S. Dianat.** *Control of Color Imaging Systems: Analysis and Design,* CRC Press, 2009, ISBN 9780849337468, 399c.

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МКЦ ПРИНТЕРНЫЕ ПРОФИЛЕЙ МЕТОДАМИ ДВУСТОРОННЯЯ ЦВЕТОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Владимир Каменов<sup>1)</sup>

1) ТУ-София, Машиностроительный Факультет, Кафедра „Точность и приборостроения“, гр. София, бул. “Климент Охридски” 8, Email: [vladokamenov@tu-sofia.bg](mailto:vladokamenov@tu-sofia.bg)

*Аннотация:* Оценка качества ICC профилей принтеров имеет важное значение, поскольку она показывает, насколько хорошо характеризуется устройство и насколько точны, воспроизведенные напечатанные цвета будут в рабочем процессе управления цветом. Одним из возможных подходов является объективно оценивать точность профилей с использованием колориметрического метода визуализации цветопередачи, который используется во многих рабочих процессах для печати или переназначение изображений, а также для экранная и цифровая печатная цветопроба. Оценки, основанные на колориметрический метод визуализации обеспечивают измеряемые значения, подходящие для сравнения профилей, созданных различными программными пакетами.

*Ключевые слова:* ICC профилей принтеров, оценка качества цветопередачи, методы визуализации, двусторонняя цветовая трансформация