

МЕТОД ОЦЕНКИ ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПРИНТЕРОВ

И. А. Сысуев, Е. А. Кобенко, М. Ф. Федорчук

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация – В статье рассматриваются вопросы, относящиеся к оценке цветового охвата систем печати «струйный принтер – бумага» и «лазерный принтер – бумага». Актуальность темы обусловлена интенсивным развитием технологий цифровой печати и необходимостью высокоточной оценки качества цветовоспроизведения. Цель работы — разработка методики и комплексная оценка цветовоспроизведения цветовоспроизводящих систем, задача апробация метода и оценка его эффективности. Описаны стандартная и предлагаемая методики оценки цветового охвата. Предлагается описывать цветовой охват посредством показателя — объем тела цветового охвата, рассчитанном в единицах ΔE_{00} колориметрической системы CIE $L^*a^*b^*$ -1976, и набором сечений тела цветового охвата, плоскостями, параллельными оси L^* . В качестве результатов работы приведена оценка цветового охвата различных систем печати «струйный принтер – бумага» и «лазерный принтер – бумага». Выводы: оценка цветового охвата с помощью показателя объема и набора сечений тела охвата цветов является точной, наглядной и оперативной.

Ключевые слова: цветовоспроизведение, принтер, цветовой охват, тело цветового охвата, объем тела цветового охвата.

I. ВВЕДЕНИЕ

Вопросами оценки цветового охвата цветовоспроизводящих систем исследователи начали заниматься в середине 1970-х гг. Особо следует выделить работу Пэдхема и Сондерса [1] и ставшую классической — Джадда и Вышецкого [2]. Оценку цветового охвата производили с использованием диаграмм цветности xy (система CIE XYZ-1931) и uv (равноконтрастная цветовая диаграмма CIE uv -1960). С принятием Международной комиссией по освещению (CIE) в 1976 г. колориметрической системы CIE $L^*a^*b^*$ -1976 оценку цветового охвата стали выполнять с использованием ее параметров, в частности, с использованием диаграммы цветности a^*b^* (система CIE $L^*a^*b^*$ -1976) [3–6]. В начале 2000-х гг. оценка цветового охвата начала производиться в трехмерном цветовом пространстве, в частности, по телу цветового охвата в цветовом пространстве xyz (система CIE XYZ-1931) и по телу цветового охвата в равноконтрастном цветовом пространстве $L^*a^*b^*$ (система CIE $L^*a^*b^*$ -1976) [7–13]. Однако трехмерная оценка была достаточно сложной и трудоемкой. В 2006 г. специалистами Омского государственного технического университета был предложен интегральный показатель оценки цветового охвата (ИПОЦО) [10–12], который позволил упростить технологию оценки и оперировать числовыми показателями. В 2010-х гг. технологии оценки совершенствовались, в том числе и с использованием ИПОЦО [14, 15].

Качество цветовоспроизведения — один из ключевых показателей качества печати цветного принтера. В этой связи исследования в области цветовоспроизведения в цифровой печати являются актуальными.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Среди технологий цифровой печати ведущее место занимают технологии электрофотографии, реализуемые в лазерных и светодиодных принтерах, и технологии струйной печати. На рынке цифровой печатной техники ежегодно появляется большое количество новых моделей лазерных и струйных принтеров. Качество цифровой печати оценивают по значительному количеству показателей: оптическая плотность фона, равномерность печати, оптическая плотность изображения, градационная передача, разрешение печати, разрешающая способность и др. Особым вопросом является оценка цветовых свойств: цветового охвата, точности воспроизведения памятных цветов.

Цель настоящего исследования — разработка методики и комплексная оценка цветовоспроизведения струйных и лазерных принтеров при печати на различных бумагах.

III. ТЕОРИЯ

Под системой печати понимают «совокупность технических и технологических средств подготовки печати и непосредственно печати — от оригинального изображения до печатного оттиска. Этот термин применим к характеристике как способу печатания вообще, например, система струйной печати — как средство получения изображения, так и по отношению к реально эксплуатируемой, например, системе цифровой печати в конфигурации: компьютер — программное обеспечение — его настройки — красящие материалы — принтер — запечатываемый материал» [10]. Если в системе цифровой печати используется один и тот же компьютер, настройки про-

граммного обеспечения одинаковы, а в принтерах используются оригинальные расходные материалы (краски для струйной печати и тонеры (картриджи) для электрофотографической печати), то систему печати можно упростить: «принтер – запечатываемый материал».

Под цветовым охватом цветовоспроизводящей системы, в частности системы печати, мы понимаем максимальное количество цветов, которые способна воспроизвести система. Стандартная методика оценки цветового охвата заключается в оценке площади шестиугольника (рис. 1), отображенного на диаграмме цветности a^*b^* колориметрической системы CIE L*a*b*-1976. Вершинами шестиугольника являются точки основных цветов субтрактивного синтеза (голубой, пурпурный, желтый) и точки цветов, образующихся при их попарном наложении (синий, зеленый, красный) [4, 7].

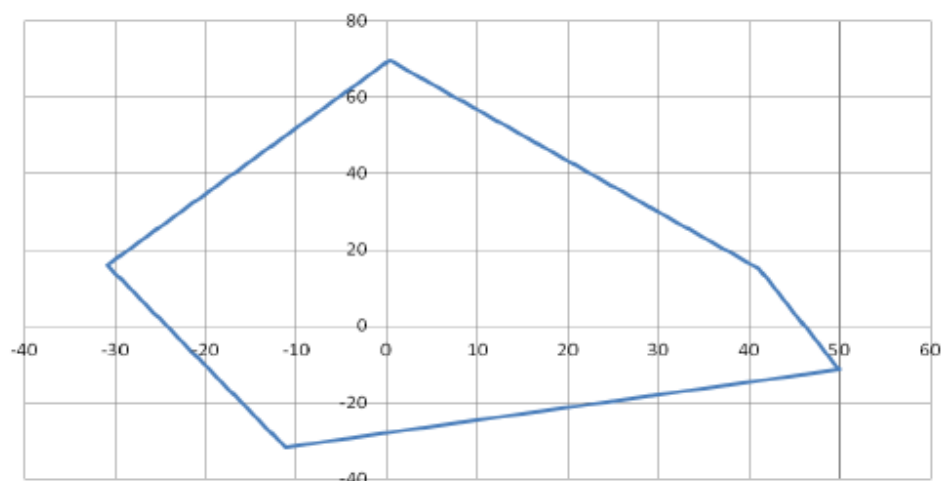


Рис. 1. Отображение цветового охвата на диаграмме цветности a^*b^* системы печати «Струйный принтер HP Photo smart B 109 – матовая бумага Xerox Colortech+ iGen 3» (горизонтальная ось – a^* , вертикальная – b^*)

Такая методика оценки цветового охвата является в значительной степени приблизительной и неточной. Это связано с тем, что цвет — величина трехмерная, а тело охвата цветов является объемным. В этой связи точным показателем цветового охвата будет являться объем тела цветового охвата [10, 11, 15], а наглядно представлять его конфигурацию можно с помощью набора сечений тела плоскостями, параллельными плоскости a^*b^* при различных значениях L^* (рис. 2).

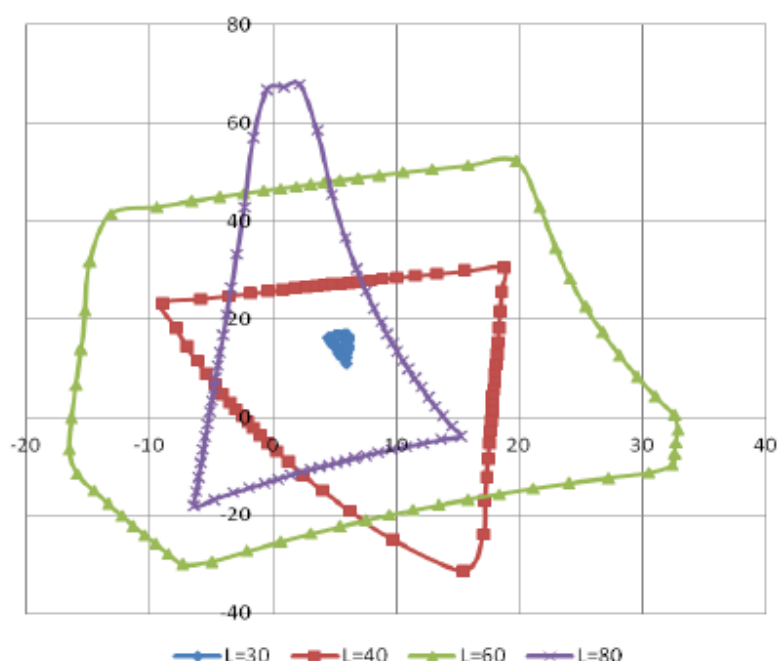


Рис. 2. Сечения тела цветового охвата на диаграмме цветности a^*b^* системы печати «Струйный принтер HP Photo smart B 109 – матовая бумага Xerox Colortech+ iGen 3» (горизонтальная ось – a^* , вертикальная – b^*)

В Омском государственном техническом университете разработаны и апробированы метод, алгоритм и программа (Project1) для расчетов объема тела охвата цветов систем печати [10, 12]. Программа Project1 позволяет рассчитывать не только объем тела цветового охвата, но и данные, характеризующие сечения тела при различных значениях параметра L^* . Исходными данными для расчетов являются спектральные характеристики отражения стимулов (красок, тонеров) субтрактивного синтеза (голубой, пурпурный, желтый) – зависимости коэффициента отражения от длины волны излучения видимого диапазона спектра (рис. 3).

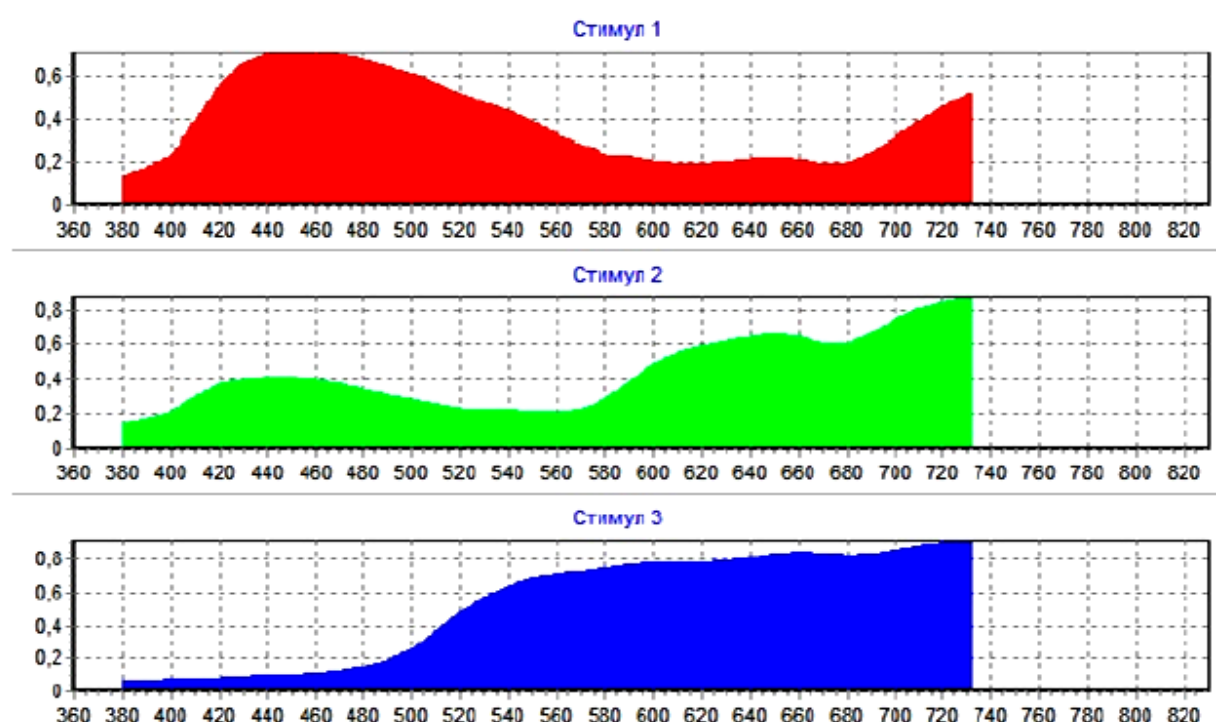


Рис. 3. Спектральные характеристики отражения стимулов (субтрактивного синтеза) системы печати «Струйный принтер HP Photo smart B 109 – матовая бумага Xerox Colortech+ iGen 3»: стимул 1 – голубая краска, стимул 2 – пурпурная краска, стимул 3 – желтая краска

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В настоящей работе были проведены исследования девяти систем струйной печати и шести систем печати «лазерный принтер–бумага». Были отобраны современные модели струйных и лазерных принтеров ведущих производителей. На отобранных принтерах были получены распечатки тестовой шкалы IT-8 на различных бумагах, проведены спектрофотометрические измерения полей чистых цветов тестовой шкалы, рассчитаны объемы (табл. 1, для сравнения объем тела охвата цветов идеального субтрактивного синтеза – 250 000 единиц ΔE_{00}) и построены сечения тел цветового охвата (на рис. 2 показаны сечения для одной систем печати, другие не приведены из-за ограниченности объема публикации).

ТАБЛИЦА 1

ОБЪЕМ ТЕЛА ЦВЕТОВОГО ОХВАТА СИСТЕМ ПЕЧАТИ «ПРИНТЕР–БУМАГА»

Принтер	Бумага	Объем, ΔE_{00}
Струйные принтеры		
Epson L 800	Глянцевая Lomond Color Laser paper DS Glossy	38395
	Матовая Xerox Colortech+ iGen 3	44653
	Фотобумага Lomond Glossy inkjet Photo paper	70806
Canon Pixma IP 7240	Глянцевая Lomond Color Laser paper DS Glossy	42585

	Матовая Xerox Colortech+ iGen 3	46387
	Фотобумага Lomond Glossy inkjet Photo paper	74008
HP Photo smart B 109	Глянцевая Lomond Color Laser paper DS Glossy	38496
	Матовая Xerox Colortech+ iGen 3	43293
	Фотобумага Lomond Glossy inkjet Photo paper	74898
Лазерные принтеры		
HP Laser Jet Pro 300 Color M351a	Глянцевая Lomond Color Laser paper DS Glossy	108406
	Матовая Xerox Colortech+ iGen 3	107399
Konica Minolta c 364 series PS	Глянцевая Lomond Color Laser paper DS Glossy	99592
	Матовая Xerox Colortech+ iGen 3	93789
OKI C96 55	Глянцевая Lomond Color Laser paper DS Glossy	92582
	Матовая Xerox Colortech+ iGen 3	84698

V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты показывают, что лазерные принтеры обеспечивают при печати на одних и тех же бумагах цветовой охват почти в 2 раза больший, чем струйные принтеры. Наибольший цветовой охват струйные принтеры обеспечивают на специальной бумаге для печати изображений с фотографическим качеством. Но даже и в этом случае цветовой охват струйных принтеров меньше, чем у лазерных.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, оценка цветового охвата с помощью показателя объема и набора сечений тела охвата цветов является точной и наглядной, предлагаемая методика позволяет оперативно оценивать цветовой охват системы печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Padgham C. A., Saunders J. E. The perception of light and colour. London G. Bell & Sons Ltd., 1975.
2. Judd D. B., Wyszecki G. Color in business, science and industry. Third Edition. John Wiley & Sons. New York. London. Sydney. Toronto, 1975.
3. Schlicht H. J. Bildverarbeitung digital Addison. Wesley Publishing Company, 1995.
4. Шашлов Б. А. Цвет и цветопроизводство. М.: Мир книги, 1995. 286 с.
5. Margulis D. Makeready: Prepress resource. New York: MisPress, 1996.
6. Blatner D., Fleishman G., Roth S. Scanning and Halftones. 2nd Edition. An Open House Book. Peachpit Press, 1998.
7. Field G. G. Color and its reproduction: Fundamentals for the digital imaging and printing industry. Third Edition. GattPress. Pittsburgh, 2004.
8. Fraser B., Murphy C., Bunting F. Color Management. Second Edition. Peachpit Press, 2005.
9. Weisberg J. Microsoft Windows color management. Peachpit Press, 2006.
10. Пожарский А. О., Сысуев И. А. Оценка цветового охвата системы печати посредством объема тела охвата цветов, вычисленного с использованием уточненных функций цветовых различий // Омский научный вестник. 2005. № 4 (33). С. 180–182.
11. Пожарский А. О., Сысуев И. А. Оценка цветового охвата системы печати посредством объема тела охвата цветов, вычисленного с учетом неоднородности цветового пространства // Известия вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2006. № 4 (октябрь–декабрь). С. 3–12.

12. Пожарский А. О., Пожарский Т. О., Сысуев И. А. Свидетельство о регистрации № 50200601138. Вычисление объема тела охвата по базовым точкам его поверхности. М.: ГКЦИТ ОФАП, 2006.
13. Maohai Lin, Shisheng Zhou, Mao-hai Lin, Yunhui Luo. Influence of Rendering Intents on the Gamut Volume and the Visual Evaluations in Digital Proofing // Computer Technology and Development, 2009. Vol.1. P. 587–589.
14. Jiang Mai, Shenyang, Zheng Yan. A hue linear color space based on multi-grid optimization and standard color-difference formulas // The 27th Chinese Control and Decision Conference, May 23–25. 2015. P. 5150–5154.
15. Varepo L., Golunov A., Golunova A., Trapeznicova O., Nagornova I. Method of calculation volume of the color gamut body // Testing and Measurement Conference Publications. 2015. P. 69–72.