

УДК 535.674.1; 535.6.07; 535.646.7

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЦВЕТОПРОБНОЙ ВИДЕОВОСПРОИЗВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ В ПОЛИГРАФИИ

© О. В. Панкин, аспирант, МГУП, Москва,
Российская Федерация

У статті розглядається можливість застосування кольоропробної відеовідтворювальної системи як кольоропробного пристрою контрактного рівня. Пропонується комплекс дій зі створення і застосування кольоропробної відеовідтворювальної системи. Представлено технічний регламент вказаної системи і методика створення погоджувального файлу зображення.

The article deals with the possibility of using soft proof system as a contractual proof device. There is proposed the package of operations for creating and using such systems. The article describes the technical regulation of such system and considers principles of generating confirmation image-file.

В результате развития цифровых систем обработки информации, и внедрения их в область полиграфии, значительно повысились требования к достоверному воспроизведению цвета. Для выполнения этой задачи на вооружении работников данной сферы появился ряд решений, позволяющих получать точное представление о цвете еще до его синтеза на конечном носителе, то есть на печатном оттиске. Этими решениями стали различного рода цветопробы, в том числе и экранная.

Для осуществления механизма экранной цветопробы необходимо наличие ряда составляющих.

1. Монитор, соответствующий требованиям, необходимым для качественного цветовоспроизведения;

2. Компьютерная платформа, способная оперативно и достоверно обработать массив данных;

3. Измерительные приборы, необходимые для числовой оценки параметров цвета и настройки цветовоспроизводящего оборудования;

4. Тест-объект с заранее известными и стабильными параметрами;

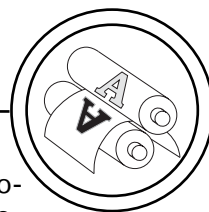
5. Программное обеспечение, позволяющее использовать возможности имеющейся аппаратной составляющей в полном объеме;

6. Соблюдение стандартизированных условий просмотра;

7. Сетевые решения для применения удаленной экранной цветопробы.

При разработке цветопробной системы основной задачей является обеспечение возмож-

ТЕХНОЛОГИЧНІ ПРОЦЕСИ



ности использования ее в качестве контрактной цветопробы. Указанное становится возможным в случае соблюдения всеми участниками полиграфического производственного процесса ряда технических условий и стандартов. Эти условия и стандарты могут быть оговорены в техническом регламенте, согласуемом всеми сторонами.

В технический регламент разрабатываемой ЦВС должны войти:

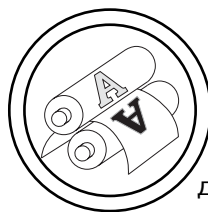
- подбор комплекта необходимого оборудования и программного обеспечения;
- определение условий наблюдения;
- параметры колориметрической настройки монитора;
- параметры контроля качества цветовоспроизведения;
- установление формата согласуемого изображения.

Для обеспечения необходимой адаптации зрения требуется выполнение условий наблю-

Таблица 1

Параметры колориметрической настройки ЦВС

Параметр	Значение
Яркость белой точки	Выбирается исходя из ощущений оптического комфорта, а также с учетом необходимости достижения достаточного энергетического контраста. В рамках регламента: 110 кд/м ²
Цветность белой точки (цветовая температура)	Выбирается исходя из визуального равенства цветности белой точки монитора и окружающего белого света, а также с учетом необходимости достижения максимального цветового охвата монитора. В рамках регламента: 6500 K
Необходимый энергетический контраст	Выбирается максимально приближенным к энергетическому контрасту полиграфического оттиска. В рамках регламента: 1,8-2,2
Яркость точки черного	Критерием выбора является минимальная энергетическая яркость, при которой различимы детали в глубоких тенях изображения и минимальна хроматическая компонента черной точки. В рамках регламента: 0,8-1,2 кд/м ²
Величина гамма-компенсации нелинейности видеосистемы	Выбор определяется величиной гамма-предысказания, принятой на используемой компьютерной платформе. Так как в рамках разрабатываемой системы будет использоваться программное обеспечение, применяющее CMS, величина гамма-компенсации может лежать в широком диапазоне, не зависящем от компьютерной платформы. В рамках регламента: $\gamma = 2,2$
Цветовой охват	При принятых в регламенте установках по цветовой температуре, энергетической яркости белой точки; энергетической яркости черной точки должен достигаться максимально возможный цветовой охват. В рамках регламента: шире или равен цветовому охвату пространства sRGB
Периодичность колориметрической настройки	Рекомендуется проводить настройку каждые 3 месяца. Также при каждой переустановке ОС и смене комбинации оборудования



ТЕХНОЛОГИЧНІ ПРОЦЕСИ

дения, определенных в международных стандартах.

В случае сравнения изображения на экране монитора с изображением на полиграфическом оттиске необходима организация просмотрного места.

Существуют жесткие стандарты организации места для работы с цветом: ISO 3664:2000 и ISO 12646 [4].

Стандарт ISO 3664 описывает условия работы с изображениями, не предназначенными к полиграфическому воспроизведению.

Стандарт ISO 12646 описывает требования к колориметрической настройке мониторов и корректирует ISO 3664 для работы с изображениями, предназначенными к полиграфическому воспроизведению.

Важнейшим шагом при создании ЦВС является разработ-

ка регламента по колориметрической настройке монитора.

Колориметрическая настройка монитора состоит из двух этапов: калибровка и характеристика монитора [5].

Параметры колориметрической настройки монитора и их значения, предлагаемые в рамках регламента разрабатываемой системы, представлены в табл. 1.

Для функционирования видеовоспроизводящей системы в качестве контрактной цветопробы необходима генерация согласуемого изображения, которое и будет объектом заключения контракта на печать тиража.

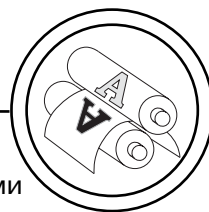
На рис. представлена блок-схема создания файла изображения для согласования.

Как уже было сказано выше, разработка велась таким обра-



Схема создания согласуемого изображения

ТЕХНОЛОГИЧНІ ПРОЦЕСИ



зом, чтобы можно было использовать ее в качестве контрактной цветопробы.

Для оценки верности результатов получаемых с применением выдвигаемой методики был проведен ряд экспериментов и математический анализ полученных результатов.

Были оценены результаты воспроизведения цветов на экране монитора в сравнении с печатными оттисками, представляющими собой восемь различных печатных процессов, что соответствует восьми различным профилям печатного процесса.

Состав исследуемой ЦВС:

- компьютерная платформа: Apple Mac Pro;
- измерительное оборудование: GretagMagbeth Spectrolino;
- монитор: Eizo ColorEdge 210;
- операционная система: Mac OS 10.4 Tiger;
- графический редактор: графический пакет Adobe CS2;
- ПО для настройки системы: GretagMagbeth Profile Maker 5.

Восемь упомянутых процессов являются процессами флексографской печати со следующими режимами:

- печатная машина: W&H Novoflex-8;
- линиятура анилоксовых валов: 320 л/см;
- скорость печати: 150 м/мин;
- используемая серия красок: Flint Group Flexo Plastol VF5;
- вязкость используемой краски: 23 с.

Изменяемыми параметрами печатных процессов явились:

1. Тип запечатываемого материала:

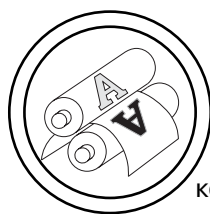
В качестве запечатываемого материала использовался двуосноориентированный полипропилен толщиной 0,35 мм в различных его модификациях:

- межслойная печать с использованием двух слоев прозрачного полипропилена;
- межслойная печать с нанесением краски на полипропилен с металлизацией, ламинированный прозрачным полипропиленом;
- межслойная печать с нанесением краски на полипропилен с вспененным наполнителем (перлиз), ламинированный прозрачным полипропиленом;
- прямая печать по полипропилену с вспененным наполнителем;

2. Линиатура раstra на печатных формах:

- 105 lpi (линий на дюйм);
- 128 lpi.

Флексография является единственным из основных способов печати, не имеющим стандартизованного печатного процесса. Столь разнообразный способ сложно уместить в рамки стандарта. Диапазон запечатываемых материалов огромен: он охватывает тонкие и гибкие пленки, комбинированные (многослойные) материалы, гофрокартон и многое другое. Для печати используют краски на водной основе, растворителях, отверждаемые УФ-лучами. Парк печатных машин включает: малоформатные — для этикеточной продукции, машины планетарного построения для печати на плен-



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

ке, и так вплоть до крупноформатных — для производства предварительно запечатанного верхнего слоя гофрокартона.

Для стандартизации флексографской печати очень важно наличие технологии цветопробы, которая позволяет сделать процесс точным и воспроизводимым. Необходимо визуализировать печатное изображение перед тиражной печатью, и в этом основное значение цветопробы. Опыт показывает, что стандарт в области печати возможен только тогда, когда в распоряжении пользователя будет визуальное средство коммуникации, приравняемое к тиражной печати [3].

Описываемая в статье разработка может послужить одним из шагов на пути к стандартизации флексографской печати. Более того, учитывая сложность получения стабильных результатов цветовоспроизведения во флексографии, в случае положительных результатов функционирования разработки, можно говорить о возможности ее применения со всеми другими способами печати.

Для инструментальной оценки качества разрабатываемой системы было разработано специальное тестовое изображение, представляющее собой набор цветовых полей триадных красок CMYK в градации от 2 до 100 %.

Данная шкала проходила все этапы подготовки согласуемого цветопробного изображения, которые описаны выше. Процесс создания оцениваемых файлов проходил для каждого профиля печатного процесса в отдельности.

Процесс измерения проводился при помощи прибора Spectrolino от компании Gretag-Macbeth, который может выполнять функции как спектрофотометра (для измерения образцов на отражение), так и спектрорадиометра (испускающие излучение образцы).

В качестве получаемых экспериментальных данных выступили:

- спектральное распределение энергии каждого из образцов;

- цветовые координаты полей в цветовой координатной системе CIE XYZ.

Спектральное распределение энергии в данном случае оценивалось как значения энергетической яркости ($\frac{Вт}{ср} \cdot м^{-2}$)

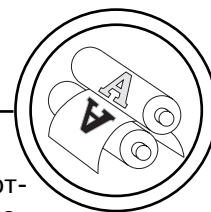
для каждой длины волны в диапазоне 380 до 730 нм с шагом в 10 нм [1].

По полученным данным, для оценки цветовых различий, необходимо провести пересчет из цветового пространства CIE XYZ в цветовое пространство CIE $L^*a^*b^*$.

При расчете координат $L^*a^*b^*$ из координат XYZ измеренных с экрана монитора в качестве координат X_n, Y_n, Z_n приняты координаты измеренного с экрана белого света, настроенного по приведенной выше методике. А при аналогичном расчете для измерений сделанных с вещественного носителя (печатный оттиск) используются координаты X_n, Y_n, Z_n стандартного источника D50 [6].

После расчета цветовых координат $L^*a^*b^*$ становится возможным оценить качество цве-

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



товоспроизведения разрабатываемой ЦВС в сравнении с параметрами цвета на конечном печатном оттиске. Эта операция осуществляется путем расчета цветовых различий между образцами на мониторе видеовоспроизводящей системы и оттиске реального печатного процесса, для чего используются величина CIEΔE2000 [2].

В работе оценивается качество цветовоспроизведения ЦВС со следующими переменными параметрами:

- свойства запечатываемого материала;
- линиятура раstra печатного процесса.

Первоначально была проведена общая оценка параметров цветовых различий по всем используемым в работе печатным процессам. По полученным в результате спектрофотометрических измерений данным спектрального распределения энергии, для каждого образца (градации триадных красок печатного процесса СМУК) были рассчитаны координаты в цветовой координатной системе CIE XYZ по кривым сложения $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$. Далее проводится пересчет данных координат в координаты ЦКС CIE L*a*b*.

В качестве опорного белого света для расчета координат L*a*b* самосветящихся объектов на экране монитора ЦВС используется белый свет данного монитора, координаты X_n , Y_n , Z_n которого инструментально измерены в ходе эксперимента: $X_n = 118,57$, $Y_n = 124,96$, $Z_n = 133,44$.

Для расчета координат L*a*b* цветовых полей печатного оттиска (измерение на отра-

жение) используется стандартный источник белого света, прописанный в установках прибора (D50): $X_n = 96,42$, $Y_n = 100,00$, $Z_n = 82,49$.

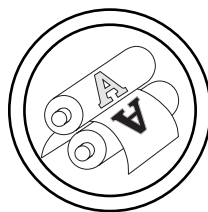
Для оценки влияния на качество цветовоспроизведения параметра линиятуры раstra печатного процесса было проведено усреднение данных по каждой линиятуре для четырех типов запечатываемых материалов. Полученные значения ΔE2000 представлены в табл. 2.

По значениям ΔE2000, представленным в табл. 2, можно сказать о незначительном превосходстве по качеству цветовоспроизведения ЦВС для более высокой линиятуры. В то же время, различия столь невелики, что можно говорить о независимости качества цветовоспроизведения от изменения параметра линиятуры раstra печатного процесса.

Сделав озвученный вывод, целесообразно перейти к изучению параметра запечатываемого материала. Для оценки влияния на качество цветовоспроизведения параметров запечатываемого материала было проведено усреднение данных по каждому материалу для двух линиятур раstra печатного процесса. Полученные значения ΔE2000 представлены в табл. 3.

В табл. 3 значения ΔE2000 дифференцированы по признаку запечатываемого материала с усреднением для двух линиятур:

«1», «2» — прямая печать по полипропилену с вспененным наполнителем с линиятурой раstra 105 и 128 линий на дюйм соответственно;

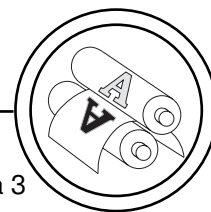


ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Таблица 2
Средние значения цветовых различий между цветовыми полями
на экране ЦВС и на оттиске по двум линиатурам
для всех запечатываемых материалов

Линиатура раstra печатного процесса		105 lpi	128 lpi	Линиатура раstra печатного процесса		105 lpi	128 lpi
Триадная краска субтрактивного синтеза	S _{отн} , %	ΔE2000		Триадная краска субтрактивного синтеза	S _{отн} , %	ΔE2000	
		С	100			10,5	10,5
90	9,3		9,7	90	3,8	2,8	
80	8,1		8,1	80	3,7	3,0	
70	6,3		6,5	70	2,9	2,8	
60	4,2		4,9	60	2,9	2,7	
50	3,5		3,5	50	3,3	2,6	
40	3,4		3,4	40	3,7	3,3	
30	3,7		3,0	30	4,2	3,3	
20	3,7		3,0	20	3,9	3,3	
10	5,0		2,8	10	4,3	3,4	
5	5,5		3,6	5	4,6	3,4	
2	4,1		4,6	2	4,4	4,3	
Y	100	4,1	3,5	K	100	2,3	3,0
	90	4,4	3,5		90	2,2	2,6
	80	4,2	3,3		80	2,8	2,5
	70	4,0	3,2		70	3,2	2,8
	60	4,3	3,2		60	2,7	2,1
	50	4,0	2,8		50	2,4	2,0
	40	3,7	2,9		40	4,2	3,6
	30	3,6	2,7		30	4,0	3,4
	20	3,3	2,3		20	3,3	3,4
	10	2,9	2,6		10	4,3	4,0
	5	3,0	2,8		5	3,9	3,7
	2	2,7	2,8		2	3,8	3,7

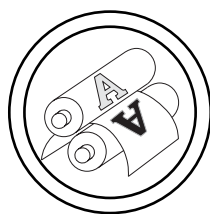
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Таблиця 3

Средние значения цветовых различий между цветовыми полями на экране ЦВС и на оттиске по каждому запечатываемому материалу для двух линиатур

Запечатываемый материал		«1», «2»	«3», «4»	«5», «6»	«7», «8»	Запечатываемый материал		«1», «2»	«3», «4»	«5», «6»	«7», «8»
Триадная краска суб-трактивного синтеза С	S _{отн} , %	ΔE2000				Триадная краска суб-трактивного синтеза М	S _{отн} , %	ΔE2000			
	100	10,1	10,7	9,3	12,0		100	2,1	4,6	2,5	3,4
	90	8,1	9,6	8,4	11,9		90	2,4	5,1	2,9	2,9
	80	5,9	8,1	7,5	10,8		80	2,3	5,5	3,1	2,5
	70	3,7	6,7	6,3	9,1		70	2,0	4,7	2,3	2,5
	60	2,0	4,7	3,9	7,8		60	1,8	4,7	2,3	2,6
	50	1,7	4,5	2,4	5,4		50	2,2	4,8	2,2	2,8
	40	3,1	4,9	2,8	2,8		40	2,4	5,1	2,7	3,7
	30	2,6	4,9	2,8	3,0		30	2,3	5,3	2,9	4,5
	20	2,6	4,6	2,8	3,3		20	2,2	4,9	2,5	4,8
	10	3,1	5,3	3,1	3,9		10	2,6	4,6	2,7	5,3
	5	3,6	5,9	4,1	4,7		5	3,0	4,7	3,1	5,3
	2	2,7	5,5	4,4	4,8		2	3,0	5,0	3,8	5,5
Триадная краска суб-трактивного синтеза У	S _{отн} , %	ΔE2000				Триадная краска суб-трактивного синтеза К	S _{отн} , %	ΔE2000			
	100	3,1	4,7	3,5	3,9		100	1,9	2,4	2,1	4,2
	90	3,1	5,1	3,7	3,8		90	1,3	2,8	2,1	3,4
	80	3,4	4,9	3,4	3,3		80	1,3	2,9	2,3	4,0
	70	3,2	4,5	3,2	3,4		70	2,5	3,6	2,0	3,9
	60	3,3	4,6	3,3	3,7		60	2,0	3,7	1,2	2,7
	50	2,9	4,3	2,9	3,5		50	1,0	3,1	1,7	3,0
	40	2,4	4,7	2,9	3,1		40	2,5	4,9	2,7	5,4
	30	2,2	4,5	2,6	3,3		30	1,9	4,6	2,8	5,6
	20	2,0	4,2	2,3	2,7		20	1,6	4,5	2,3	5,3
	10	1,7	4,2	2,2	2,8		10	2,1	6,0	2,9	5,6
	5	2,2	4,2	2,3	3,0		5	1,9	4,6	3,3	5,4
	2	1,8	4,4	2,2	2,6		2	2,5	4,5	2,9	5,1



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

«3», «4» — межслойная печать с нанесением краски на полипропилен с металлизацией, ламинированный прозрачным полипропиленом с линиатурой растра 105 и 128 линий на дюйм соответственно;

«5», «6» — межслойная печать с нанесением краски на полипропилен с вспененным наполнителем (перлиз), ламинированный прозрачным полипропиленом с линиатурой растра 105 и 128 линий на дюйм соответственно;

«7», «8» — межслойная печать с использованием двух слоев прозрачного полипропилена с линиатурой растра 105 и 128 линий на дюйм соответственно.

Как видно из табл. 3, наихудшими показателями по качеству цветопроизведения разрабатываемая система экранной цветопробы обладает при использовании в качестве запечатываемого материала полипропилена с металлизацией, ламинированного прозрачным полипропиленом, а также материала из двух слоев прозрачного полипропилена. Это обусловлено сложностью передачи поверхностных характеристик данных материалов при помощи средств визуализации, используемых в современных дисплеях. Также возможна неточность инструментальных измерений как в ходе эксперимента, так и при построении профиля печатного процесса, что также вызвано особенностями поверхностных характеристик указанных материалов.

В процессе оценки влияния различных параметров печат-

Таблица 4

Средние значения цветовых различий между цветовыми полями на экране ЦВС и на оттиске по каждой из триадных красок субтрактивного синтеза для восьми печатных процессов

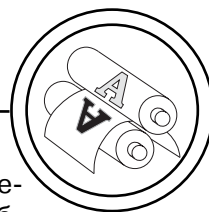
Триадная краска субтрактивного синтеза	С	М	Y	К
S _{отн.} %	ΔE2000			
100	10,5	3,1	3,8	2,7
90	9,5	3,3	4,0	2,4
80	8,1	3,4	3,7	2,6
70	6,4	2,9	3,6	3,0
60	4,6	2,8	3,7	2,4
50	3,5	3,0	3,4	2,2
40	3,4	3,5	3,3	3,9
30	3,4	3,7	3,1	3,7
20	3,3	3,6	2,8	3,4
10	3,9	3,8	2,7	4,2
5	4,6	4,0	2,9	3,8
2	4,4	4,3	2,8	3,8

ного процесса на качество передачи цвета разрабатываемой ЦВС была замечена неоднородность значений цветовых различий в зависимости от краски субтрактивного синтеза и ее насыщенности.

В табл. 4 приведены усредненные для восьми печатных процессов значения ΔE2000 по каждой из триадных красок субтрактивного синтеза.

Как можно заметить по данным табл. 4 наибольшей погрешностью ЦВС обладает в области голубых оттенков. Это обусловлено ограничениями, накладываемыми на разраба-

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



тываемую систему, использованием в качестве стандартного RGB-пространства абстрактного пространства sRGB, которое имеет ограниченный цветовой охват в области голубых тонов. Тем же недостатком обладает любой современный монитор, в том числе и монитор, используемый в составе изучаемой системы.

Наибольший выход охвата печатного процесса «3» за пределы охвата sRGB наблюдается в области полутонов цветового тела $L^*a^*b^*$. Также возможны неточности в процессе воспроизведения разрабатываемой цветопробной системой оранжевых оттенков.

В целом, анализируя полученные в ходе эксперимента данные, при соблюдении описанного регламента, можно за-

явить о возможности применения разработанной цветопробной видеовоспроизводящей системы для оценки и согласования цвета, то есть в качестве контрактной цветопробной системы.

Данный вывод можно сделать, прежде всего, касательно исследуемого в работе печатного процесса, то есть процесса флексографской печати. Но, как было сказано в начале этой статьи, флексографский способ печати является одним из наименее стабильных и предсказуемых среди применяемых в настоящее время, а это позволяет говорить о возможности использования разрабатываемой методики для более широкого круга печатных процессов. Что, в свою очередь, требует дальнейших исследований и научного подтверждения.

1. Fairchild M. D. Color Appearance Models, 2nd Edition / Fairchild M. D. — Reading, Harlow, Menlo Park, Berkley, Don Mills, Sydney, Bonn, Amsterdam, Tokyo, Mexico City : Wiley, 2004. — 408 p.: il. 2. Sharma G. The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data and Mathematical Observations [Электронный ресурс] / Sharma G., Wu W., Dalal E. N. — Режим доступа : <http://www.ece.rochester.edu>. 3. Дреер М. О стандартизации процесса флексографской печати / Дреер М. // Флексо-Плюс. — 2004. — № 4. — С. 16—21. 4. Международный стандарт ISO 3664: 2000(E) Условия просмотра — полиграфия и фотография: вторая редакция. — 2000. 5. Френкель А. А. Колориметрическая настройка мониторов. Теория и практика / Френкель А. А., Шадрин А. Е. — М. : Август Борг, 2005. — 152 с.: ил. 6. Шашлов А. Б. Основы светотехники : учебник для вузов / Шашлов А. Б., Уарова Р. М., Чуркин А. В. — М. : МГУП, 2002. — 280 с.: ил.

Надійшла до редакції 29.06.10