

**Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий
и дизайна**

**Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого**

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТНОЙ СИСТЕМЫ IGEN3

Предложен подход к оценке технологического состояния цифровой электрофотографической печатной системы, степени ее готовности к внедрению Системы управления цветом и определению возможности минимизации влияния технологической нестабильности печатного процесса на качество оттисков путем выбора соответствующих параметров цветового профиля печати. Исследования проведены применительно к печатной системе Xerox iGen3. Актуальность исследования обусловлена спецификой изготавливаемой печатной продукции: малые тиражи, повторяющиеся заказы, высокие требования к точности цветопередачи.

Ключевые слова: цифровая печать, электрофотография, Xerox iGen3, градационная характеристика оттиска, цветопередача, колориметрическая оценка, управление цветом.

Цифровая печать является самым современным видом печати, разработанным во второй половине XX века. При нынешней тенденции в полиграфической индустрии, выражающейся в увеличении количества малотиражных заказов, цифровая, в том числе, электрофотографическая, печать будет занимать все большие объемы рынка. Цифровая электрофотографическая (ЭФГ) печать — технология получения оттисков в печатной машине с использованием переменной печатной формы, изменениями в которой при каждом цикле управляет компьютер издательской системы [1]. У таких печатных систем есть один существенный недостаток: многостадийность процесса, принцип печати, основан-

ный на электростатике, необходимость для каждого оттиска заново воспроизводить одно и то же изображение, пользуясь свойствами фотополупроводниковых материалов, обуславливает нестабильность результатов печати в тираже (≥ 500 листов-оттисков) и от тиража к тиражу. Изменение градационных и цветовых характеристик оттисков требует регулярной калибровки печатной системы и периодического создания ее цветового профиля. Основные усилия разработчиков электрофотографического печатного оборудования направлены на повышения стабильности печати.

Одной из усовершенствованных в этом отношении систем можно считать печатную машину Xerox iGen 3, в качестве главных отличительных особенностей которой можно отметить использование гибкого ленточного фоторецептора и сложной встроенной системы контроля печати. Однако полностью устранить обсуждаемую проблему компании Xerox все же не удалось. Поиску возможностей минимизации влияния технологической нестабильности печатного процесса на качество оттисков посвящена данная работа.

В полиграфическом репродуцировании все допечатные преобразования изобразительной информации выполняются с учетом характеристик печатного процесса, поэтому он должен быть нормализован и стабилен. Критерии нормализации зависят от особенностей технологии печати и области ее применения.

Для оценки технологического состояния печатной системы Xerox iGen 3 были предложены следующие показатели:

- линейность характеристик тонопередачи по светлоте, величина интервала воспроизводимых градаций и их постоянство во времени;
- баланс по-серому в диапазоне полутонов и его стабильность во времени;
- стабильность характеристик передачи цвета.

Для проведения экспериментов использовались оттиски тестовой печати, полученные на машине Xerox iGen 3, установленной в Издательско-полиграфическом центре СПбПУ им. Петра Великого. Запечатываемый материал — мелованная матовая бумага.

Для исследований был разработан тест-объект, представленный на рис. 1. Он содержит ряд элементов для инструментальной оценки, в частности, равноконтрастную ахроматическую ступенчатую шкалу, шкалу цветового охвата, группу сюжетных изобра-

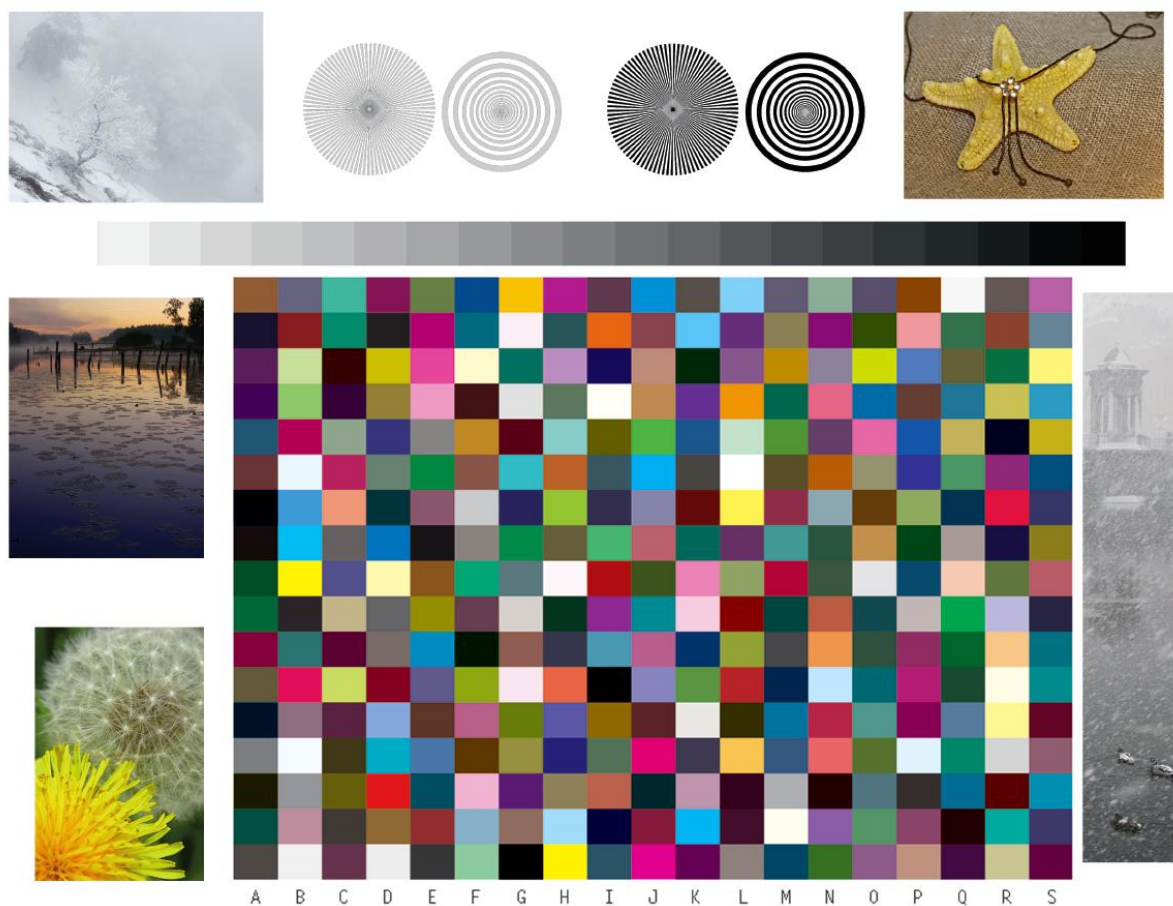


Рис. 1. Изображение тест-объекта

жений с преобладающей контурной составляющей, со сложным рисунком в темных и светлых тонах.

Измерительное оборудование и программное обеспечение, использованное для проведения экспериментальной работы:

- Gretag-Macbeth Spectrolino — измерительный прибор, предназначенный для денситометрической, спектрофотометрической и колориметрической оценки образов;
- программа GRETAG KeyWizard V 2.00 — ввод измеренных значений в компьютерную систему.

Условия колориметрических измерений:

- стандартный наблюдатель 2° ;
- источник света D_{50} ;
- относительно белого эталона.

Основная задача проводимых в работе исследований — разработка методики оценки технологического состояния цифровой печатной системы и грамотного подхода к управлению цветом

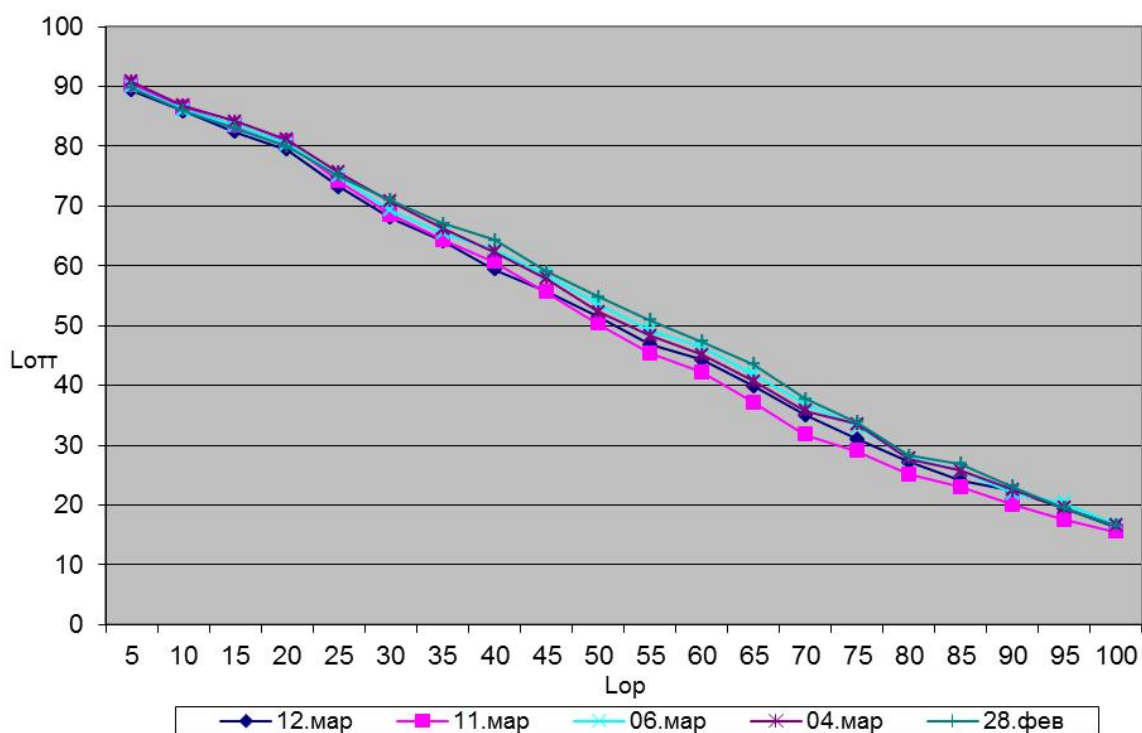


Рис. 2. Градационные характеристики выборки оттисков, полученные в течение заданного периода

для обеспечения предсказуемости и достоверности цветопередачи при печати.

Для выполнения этой задачи в течение двух недель (с 25.02.19 по 12.03.19) проводилась регулярная печать разработанного тест-объекта в одинаковых условиях. Для анализа полученных печатных образцов использовалась колориметрическая оценка в метрике системы LAB MKO.

На первом этапе проводилась оценка светлот (L^* MKO) каждого поля равноконтрастной шкалы и анализ градационных характеристик полученных оттисков. Из всего тестового тиража были выбраны 5 наиболее отличающихся друг от друга печатных образцов, на основании которых были построены характеристики тонопередачи, представленные на рис. 2.

Величина градационного интервала достаточно постоянна, а различие характеристик тонопередачи весьма значительное, оно достигает 5–6 единиц светлоты в средних тонах, и имеет непостоянный характер. Это свидетельствует о том, что встроенный контроллер печатного процесса не выполняет задачу поддержания стабильности параметров оттисков.

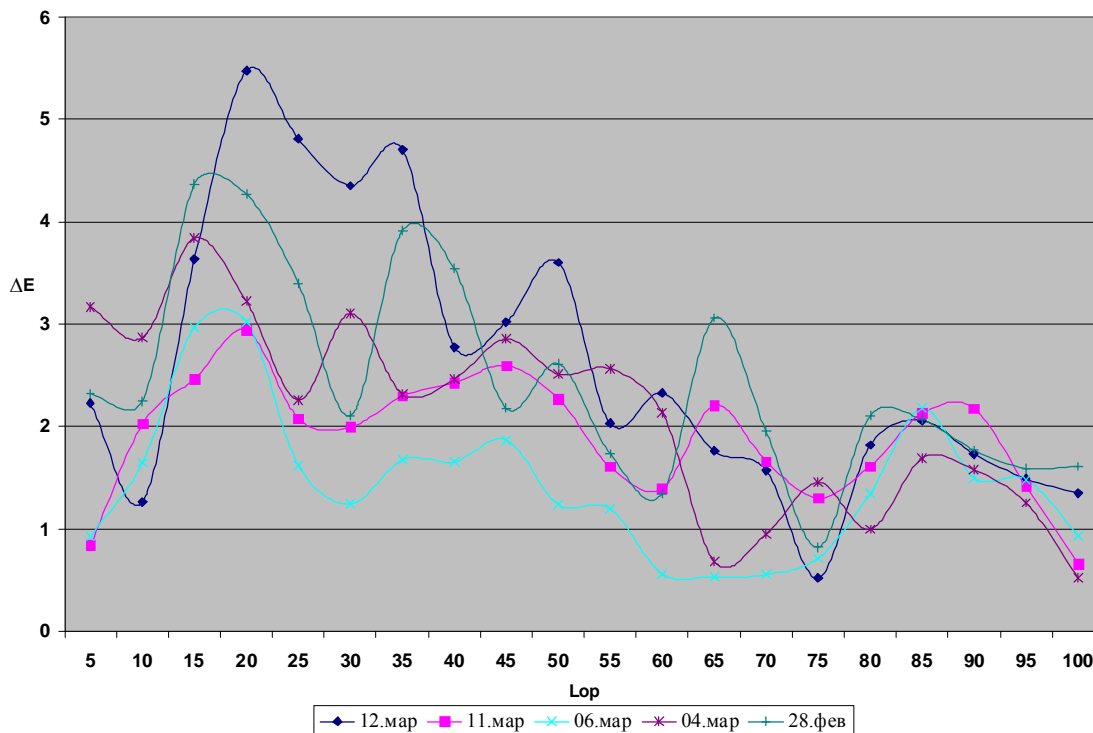


Рис. 3. Обеспечиваемый на оттисках баланс по-серому в диапазоне воспроизводимых градаций

По полученным оттискам также проводился анализ баланса по-серому в диапазоне полутонов на основе сравнения цветности каждого поля репродукций цветоделенной серой шкалы с идеальным ахроматическим цветом по формуле:

$$\Delta E = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} , \quad (1)$$

где a^* и b^* — координаты цветности ахроматического поля на оттиске.

Результаты, представленные на рис. 3, демонстрируют, что в течение контролируемого периода печатная система не обеспечивает сохранения общего цветового баланса на оттисках. Нарушение баланса по-серому достигает 5 единиц цветового различия в темных тонах, разброс показателей цветности серых полей в диапазоне полутонов достигает 4 единиц ΔE , от тиража к тиражу в среднем находится в диапазоне 2–3 единиц ΔE , но может достигать даже 4 единиц. Технологически приемлемой характеристикой можно считать полученную на оттиске от 11 марта. Однако в целом следует констатировать существенную нестабильность

Таблица 1

Результаты колориметрической оценки выборки цветов на тестовых оттисках

Оттиски по датам	Темные цвета		Яркие среднего тона		Пастельные		Ахроматические	
	H4	O8	S6	i10	C6	K8	K12	B3
12.03.2019	23,92	26,47	43,97	60,51	80,21	81,06	34,76	58,21
	8,78	-16,51	-41,17	-35,69	-11,95	14,13	1,76	0,96
	-35,55	-6,45	-17,65	16,75	49,65	-0,41	2,8	-1,16
11.03.2019	23,2	24,77	44,51	61,55	80,93	82,56	31,28	56,84
	11,13	-15,72	-41,22	-34,83	-12,75	17,17	1,64	0,96
	-34,73	-6,36	-17,19	20,5	51,43	-3,2	2,09	-1,64
06.03.2019	25,94	27,18	45,74	62,79	81,47	84,53	34,68	59,45
	7,64	-16,04	-40,41	-33,74	-11,74	12,2	0,71	0,97
	-34,85	-6,77	-17,46	14,26	47,3	-2,14	1,22	-1,73
04.03.2019	24,66	26,91	44,52	61,43	81,94	83,16	33,7	58,28
	8,61	-16,36	-40,75	-34,51	-11,38	16,91	2,01	1,03
	-36,7	-7,91	-16,97	18,3	50,29	-2,83	2,64	-1,62
28.02.2019	24,89	27,92	45,99	62,76	81,81	84,75	34,89	58,8
	8,2	-16,54	-41,09	-33,26	-11,39	14,02	1,33	0,8
	-35,76	-6,19	-15,07	19,13	49,62	-2,26	1,78	-1,03

общего цветового баланса во времени во всем диапазоне воспроизводимых градаций.

Для полноценной оценки также необходимо проанализировать обеспечиваемую печатной системой достоверность и стабильность воспроизведения цвета. Для этого была сделана выборка цветов, включающая представителей четырех групп: темных, с маловыраженным цветовым тоном; ярких хроматических; пастельных и трехкрасочных ахроматических, и проведена их колориметрическая оценка (табл. 1). Воспроизведенные на оттисках цвета сравнивались с цветами, заданными в иллюстрационном тестовом файле, подготовленном к печати в соответствии с требованиями издательско-полиграфического центра. Сравнение проводилось в единицах цветового различия, рассчитываемого по формуле 1976 года (табл. 2).

По данным табл. 2 видно, что величина цветового различия особенно велика для групп темных и ярких хроматических цветов, она достигает 7–12 единиц ΔE, что недопустимо для изготовления широкого спектра полиграфической продукции. Разброс цветовых

Результаты колориметрического сравнения цветов в цветоделенном файле
и на тестовых оттисках

Оттиски по датам	Цветовое различие (ΔE_{76})							
	темные цвета		яркие цвета, среднего тона		пастельные цвета		ахроматические цвета	
12 марта	7	3	4	8	4	7	2	5
11 марта	6	4	4	7	2	4	3	6
06 марта	9	3	5	12	6	5	1	4
04 марта	7	3	4	8	4	4	2	5
28 февраля	7	3	4	9	4	4	1	5

показателей достигает 5 единиц ΔE , что свидетельствует о том, что технологическое состояние печатной системы не обеспечит ее эффективного управления цветом. Однако же анализ колориметрических данных, представленных в табл. 1, показывает, что наибольший вклад в величину цветового различия вносит изменение цветности воспроизводимых в печати цветов. Данную проблему отчасти можно решить правильным выбором метода генерации черного канала при создании цветового профиля печати, а именно большой заменой ахроматической составляющей триадного синтеза черной краской.

Библиографический список

1. Романо Ф. Принт-медиа бизнес. Пер. с англ. М. Бредис, В. Вобленко, Н. Друзьева; Под ред. Б. А. Кузьмина. М.: ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006. 456 с.

Костюк Инна Викторовна, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Технология полиграфического производства» Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (SPIN-код 5337-7474).

Адрес для переписки: ivk-29@mail.ru

Александров Константин Николаевич, студент группы 23342/1 направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Адрес для переписки: alexandrovkn@gmail.com

Статья поступила в редакцию 10.05.2019 г.