

УДК. 676.1-035.42

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БУМАГИ НА КАЧЕСТВО ОТТИСКОВ, ОТПЕЧАТАННЫХ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТЬЮ

Х.А. Бабаханова², Н.Ж. Садриддинова², Д.Ч. Равшанзода (Д.Ч. Равшанов)¹

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Цифровые системы струйной печати за последнее время получили широкое распространение, объяснением этого является оптимальное соотношение «цена-качество» печатной продукции. Помимо этого, к преимуществам относятся лёгкость и простота в обслуживании системы, минимальное время подготовки к печати тиража, высокая скорость выполнения заданий, персонализация и многое другое в сравнении с классическим офсетом. Для получения стабильного качества необходимы в зависимости от типа печатной техники индивидуальная настройка системы управления цветом, обеспечение заданных параметров окружающей среды и свойств бумаги. Степень влияния каждого фактора различна, и их следует рассматривать в отдельности. В данной статье исследуется влияние характеристик бумаги на качество воспроизведения при струйной печати. В качестве печатной системы использовалась МФУ Epson Eco Tank L3200. Для печати использовались чернила производства фирмы Epson, выдерживались требуемые для печати параметры по акклиматизации бумаги, по поддержанию постоянных климатических условий. Для анализа степени влияния характеристик бумаги на качество печати спектрофотометром измерены значения оптической плотности растровых полей для основной триады CMYK и смешанных цветов (СМ-синий, СУ-зеленый, МУ-красный), имеющихся на разработанном тест-объекте. Анализ градиционных кривых показал, что яркие и насыщенные цвета выявлены у бумаги №2 двусторонней глянцевой фотобумаги 130 г/м², что объясняется ее гладкой и блестящей поверхностью, обеспеченной за счет каолинового покрытия хромированным нагретым валиком к бумаге. Определено, что наибольший цветовой охват, дающий объективную оценку количеству воспроизведенных цветов, характерен бумаге №4 - Epson Matte 140 г/м², затем бумагам №2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², №3 - Epson Premium semigloss 130 г/м². Выявлено, что бумаги с глянцевым покрытием являются оптимальными для получения качественных оттисков и помимо этого обеспечивается экономичность за счет меньшего расхода красящего вещества при струйной печати.

Ключевые слова: качество оттисков, струйная печать, оптическая плотность, передача градиций, цветовой охват.

ТАЪСИРИ ХУСУСИЯТҲОИ ҚОҒАЗ БА СИФАТИ МАВОДҲОИ ЧОПӢ ДАР ЧОПИ ҚАТРАҒӢ.

Х.А. Бобохонова, Н. Садриддинова, Д. Равшанзода (Д.Ч. Равшанов)

Системаҳои рақамии чопи қатрагӣ дар солҳои охир васеъ паҳн шудаанд, ин аз ҳисоби таносуби оптималии нарх ва сифати маҳсулоти чопӣ мебошад. Илова бар ин, бартарихҳои зиёдро нисбат ба чопи офсетии классикӣ дорад: осонӣ ва соддагии нигоҳдорӣ система, вақти минималӣ барои омода шудан ба чоп, суръати баланди иҷрои вазифа, фардсозӣ ва ғайра мебошад. Барои ноил шудан ба сифати устувор, вобаста ба намуди таҷҳизоти чопӣ системаи идоракунии рангро ба таври инфиродӣ танзим ва параметрҳои муайяни муҳити зист ва ҳосиятҳои қоғазро таъмин кардан лозим аст. Дарачаи таъсири ҳар як омил гуногун аст ва онҳо бояд алоҳида баррасӣ карда шаванд. Дар ин мақола таъсири хусусиятҳои қоғаз ба сифати таҷдиди чопи қатрагӣ оварда шудааст. Ҳамчун системаи чопӣ дастгоҳи МФУ Epson Eco Tank L3200 истифода шуд. Инчунин дар раванди чоп рангҳои аз ҷониби ширкати Epson истеҳсолшуда истифода шуда, параметрҳои зарурии чоп барои иқлимкунонии қоғаз ва нигоҳ доштани шароити доимии иқлим ба назар гирифта шуд. Барои таҳлили дарачаи таъсири хусусиятҳои қоғаз ба сифати чоп, бо спектрофотометр арзишҳои зичии оптикӣ майдонҳои растр барои сегонаи асосии CMYK ва рангҳои омехта (СМ-кабуд, СУ-сабз, МУ-сурх) дар объекти таҳияшуда муайян гардид. Таҳлили ҳаҷҳои градисионӣ нишон дод, ки дар қоғазҳои рақамии 2, қоғазҳои аксбардорӣ дутарафаи тобноки 130 г/м², рангҳои равшан ва ғавс пайдо шудаанд, ки ин аз сатҳи хамвор ва тобнок будани он, шарҳ медиҳад. Муайян карда шуд, ки калонтарин қабулкунандаи ранг, ки ба микдори рангҳои такроршаванда баҳои объективӣ медиҳад, ҳоси қоғазҳои №4, Epson Matte 140 г/м², баъд қоғазҳои №2 - қоғазҳои аксбардорӣ дурафаи дутарафаи 130 г/м², №3 - Epson Premium 130 г/м² мебошад. Муайян карда шудааст, ки қоғазҳои дорои рӯйпӯши чилдор барои ба даст овардани чопҳои баландисифат оптималӣ мебошанд ва илова бар ин, онҳо аз ҳисоби кам сарф шудани ранг ҳангоми чопи қатрагӣ бартари доранд.

Калидвожаҳо: сифати маводи чопӣ, чопи қатрагӣ, зичии оптикӣ, гузариши градисионӣ, қабулкунӣ ранг.

INFLUENCE OF PAPER CHARACTERISTICS ON THE QUALITY OF INKJET PRINTS

K.A. Babakhanova, N.Z. Sadriddinova, D.C. Ravshanzoda (D.C. Ravshanov)

Digital inkjet printing systems have recently become widespread, the explanation for this is the optimal price-quality ratio of printed products. In addition, the advantages include: ease and simplicity of system maintenance, minimal preparation time for printing, high speed of task execution, personalization and much more in comparison with classic offset. To obtain stable quality, it is necessary, depending on the type of printing equipment, to individually adjust the color management system, ensure the specified environmental parameters and paper properties. The degree of influence of each factor is different and they should be considered separately. This article examines the effect of paper characteristics on the quality of reproduction in inkjet printing. The Epson Eco Tank L3200 MFP was used as a printing system. Epson inks were used for printing, the required printing parameters for paper acclimatization and maintaining constant climatic conditions were maintained. To analyze the degree of influence of paper characteristics on the printing quality, the optical density values of raster fields for the main triad CMYK and mixed colors (CM-blue, CY-green, MY-red) present on the developed test object were measured with a spectrophotometer. Analysis of gradation curves showed that bright and saturated colors were detected in paper No. 2, double-sided glossy photo paper 130 g / m², which is explained by its smooth and shiny surface provided by the kaolin coating of the chrome-plated heated roller to the paper. It was determined that the largest color gamut, giving an objective assessment of the number of reproduced colors, is characteristic of paper No. 4 - Epson Matte 140 g / m², then papers No. 2 - double-sided glossy photo paper 130 g / m², No. 3 - Epson Premium semigloss 130 g / m². It was found that papers with a glossy coating are optimal for obtaining high-quality prints and, in addition, they are cost-effective due to lower consumption of ink-jet printing dye.

Keywords: print quality, ink-jet printing, optical density, gradation rendering, color gamut.

Введение

Цифровые системы струйной печати за последнее время получили широкое распространение, объяснением этого является оптимальное соотношение «цена-качество» печатной продукции. Помимо этого, к преимуществам относятся лёгкость и простота в обслуживании системы, минимальное время подготовки к

печати тиража, высокая скорость выполнения заданий, персонализация и многое другое в сравнении с классическим офсетом. Однако для ожидаемого качества необходимы правильная настройка системы управления цветом, стабильность параметров окружающей среды и свойств бумаги в процессе печати тиража [1]. Каждый фактор следует рассматривать в отдельности, поэтому в данной статье исследуется влияние свойств бумаги на качество воспроизведения.

По данным многочисленных научных работ [2-8] выявлено, что от поверхностных свойств запечатываемого материала зависит графическая точность, красковосприятие, растискивание и др. (табл.1).

Таблица 1 – Преимущества и недостатки при использовании различных материалов

<i>Тип материала</i>	<i>Преимущества и недостатки при использовании</i>
<i>Мелованная бумага</i>	<i>Максимальная точность цветопередачи Суммарное красконаложение до 340% Наименьшее растискивание точки</i>
<i>Офсетная бумага</i>	<i>Растискивание точки 15-20% Снижение насыщенности на 10-15% Суммарное красконаложение до 280%</i>
<i>Картон</i>	<i>Требуется корректировка схемы цветоделения Увеличение подачи black на 5-7% Компенсация впитываемости красок</i>
<i>Пластик</i>	<i>Специальные серии красок Повышенная адгезия Контроль температурного режима закрепления Корректировка цветопередачи для разных материалов</i>

Для точного контроля тоно- и цветопередачи требуется системный подход с использованием специальных инструментов - денситометра для измерения оптической плотности красочных слоев Cyan, Magenta, Yellow и Black. Оптимальными показателями оптической плотности являются: C - 1.35-1.45, M - 1.35-1.45, Y - 0.90-1.05, K - 1.60-1.80 [9].

Спектрофотометрический контроль позволяет оценить цветовые координаты в равноконтрастной системе Lab [10-12]. Равноконтрастная система Lab — это система координат из трёх осей: L — яркость объекта; а — ось, по которой отложены градации от красного к зелёному; b — ось с градациями от жёлтого к синему. За единицу в пространстве принимается минимальное цветовое различие, воспринимаемое человеческим глазом [13]. Допустимые отклонения цветового различия ΔE не должны превышать 3-5 единиц для основных цветов модели CMYK. Измерения проводятся по контрольным шкалам, размещаемым на полях оттиска или отдельно разработанных тест-объектах.

Целью данной работы является анализ градационных и цветовых характеристик оттисков, отпечатанных на бумагах с различной поверхностной структурой, для оценки качества тоно- и цветовоспроизведения при струйной технологии.

Методы исследования

В качестве печатной системы использовалась МФУ струйное Epson Eco Tank L3200, технические характеристики которой представлены в табл.2. Для печати использовались чернила производства фирмы Epson, выдерживались необходимые процедуры по акклиматизации бумаги, поддержанию постоянных климатических условий и времени стабилизации печатного изображения. Печать выполнялась при соблюдении постоянного режима печати без использования системы управления цветом.

Таблица 2 – Технические характеристики МФУ струйное Epson Eco Tank L3200

<i>Устройство:</i>	<i>МФУ</i>
<i>Формат печати</i>	<i>10x15 см, A4</i>
<i>Метод печати</i>	<i>Epson Micro Piezo™ print head</i>
<i>Технология печати</i>	<i>струйная</i>
<i>Конфигурация сопла</i>	<i>180 Сопла (черный), 59 Сопла (цвет)</i>
<i>Скорость печати ISO/IEC 24734</i>	<i>9,2 стр./мин. Монохромная печать, 4,5 стр./мин. Colour</i>
<i>Количество картриджей</i>	<i>4</i>

Окончание таблицы

Ресурс черного картриджа, стр	4500
Ресурс цветного картриджа, стр	7500
Область печати	210 x 297 мм
Печать на бумагах	матовой, глянцевой, фотобумаге, карточке, конвертах
Технология чернил	Чернила на красителях
Макс. разрешение, dpi	5760 x 1440
Емкость лотка вывода бумаги	30 листов
Плотность бумаги	64–256 г/м ²
Тип сканера	планшетный
Технология и тип сканирования	CIS и цветной
Область сканирования	216 x 297 мм
Разрешение сканирования	600 x 1200 DPI
Диапазон рабочих температур	10 - 35 °C

Объекты исследования

В качестве объектов исследования взяты четыре вида бумаг, отличающиеся плотностью и поверхностной обработкой (табл.3).

Таблица 3 – Характеристики исследуемых бумаг

№	Наименование бумаги	Масса, г/м ²
1	Офсетная бумага Снегурочка	80 г/м ²
2	Двусторонняя глянцевая фотобумага	130 г/м ²
3	Бумага Epson Premium semigloss	130 г/м ²
4	Художественная бумага Epson Matte для двусторонней печати	140 г/м ²

Для анализа степени влияния характеристик бумаги на качество печати спектрофотометром измерены значения оптической плотности растровых полей для основной триады CMYK и смешанных цветов (CM-синий, CY-зеленый, MY-красный), имеющих на разработанном тест-объекте (рис.1).

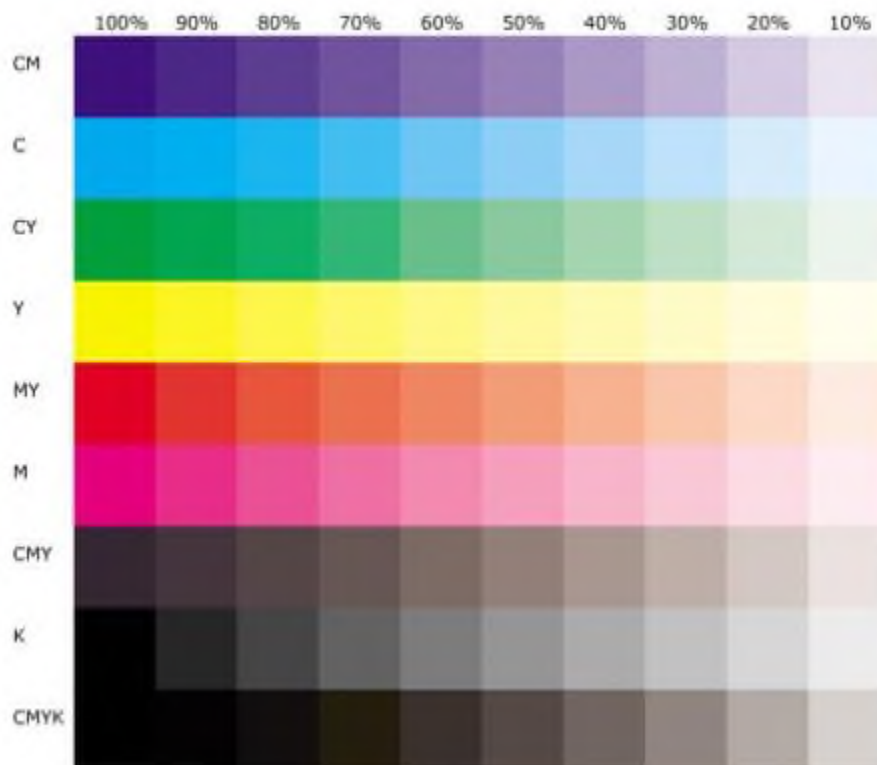


Рисунок 1 – Градационная шкала для основных цветов (CMYK)

По измеренным значениям оптической плотности построены градационные кривые (рис.2-5).

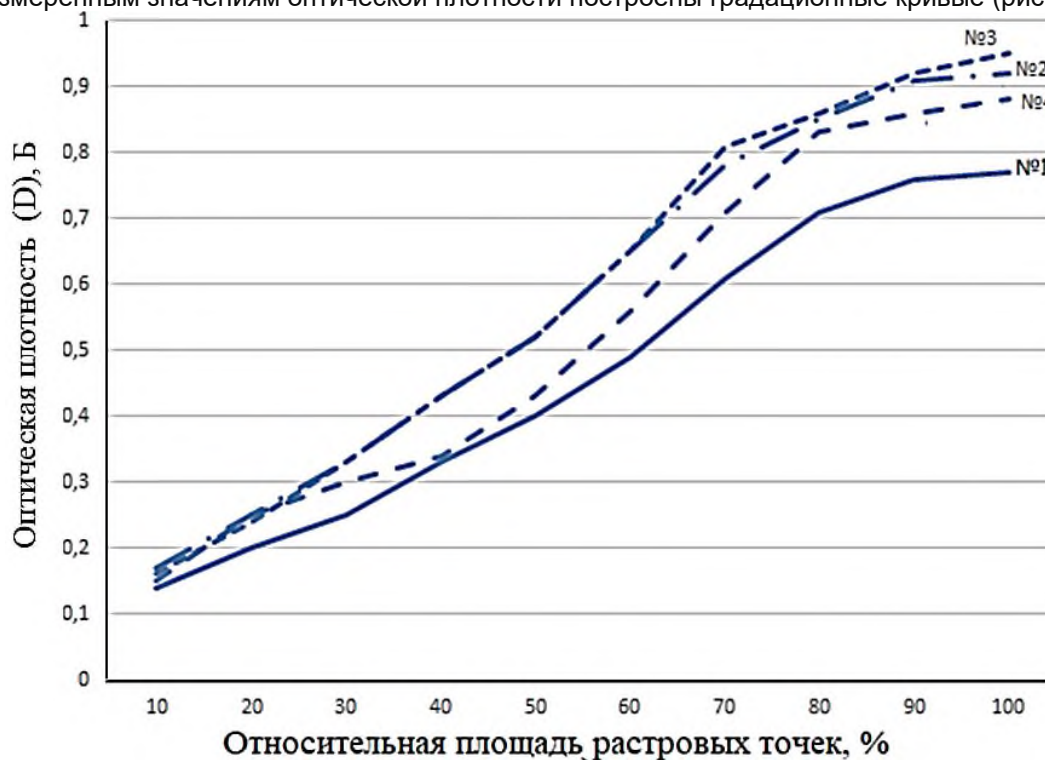


Рисунок 2 – Градационная кривая: для голубого цвета оттисков, отпечатанных на бумаге: №1 - офсетной бумаге 80 г/м², №2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², №3 - бумаге Epson Premium semigloss 130 г/м², №4 – бумаге Epson Matte 140 г/м²

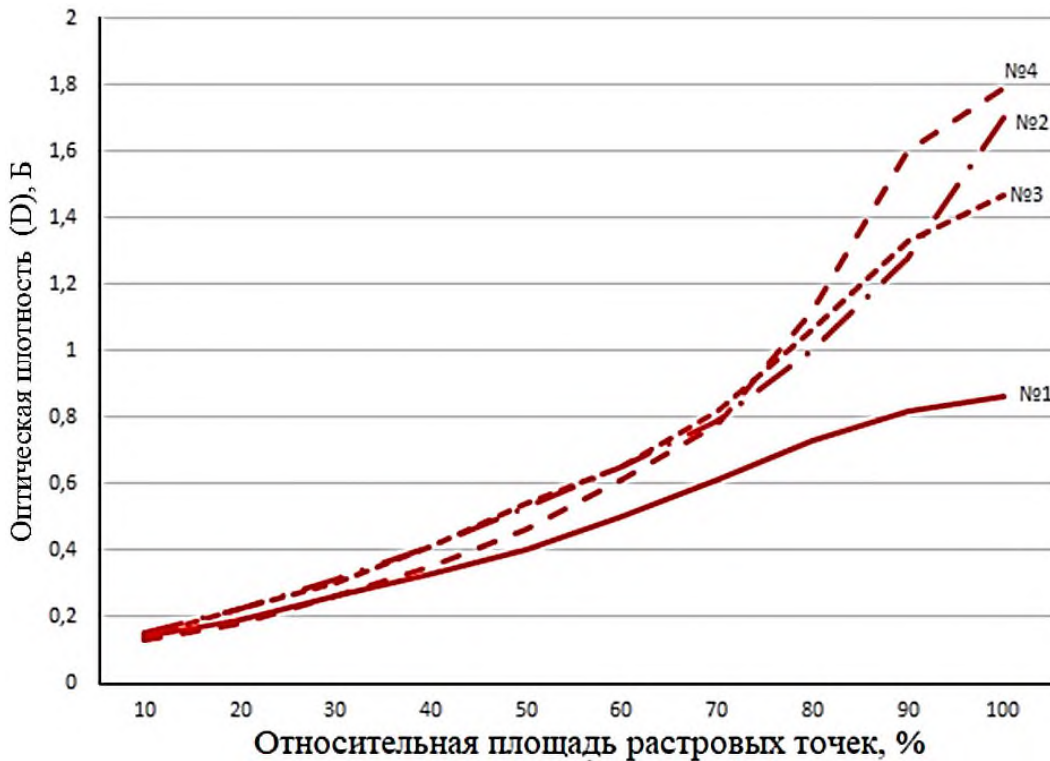


Рисунок 3 – Градационная кривая: для пурпурного цвета оттисков, отпечатанных на бумаге: №1 - офсетной бумаге 80 г/м², №2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², №3 - бумаге Epson Premium semigloss 130 г/м², №4 – бумаге Epson Matte 140 г/м²

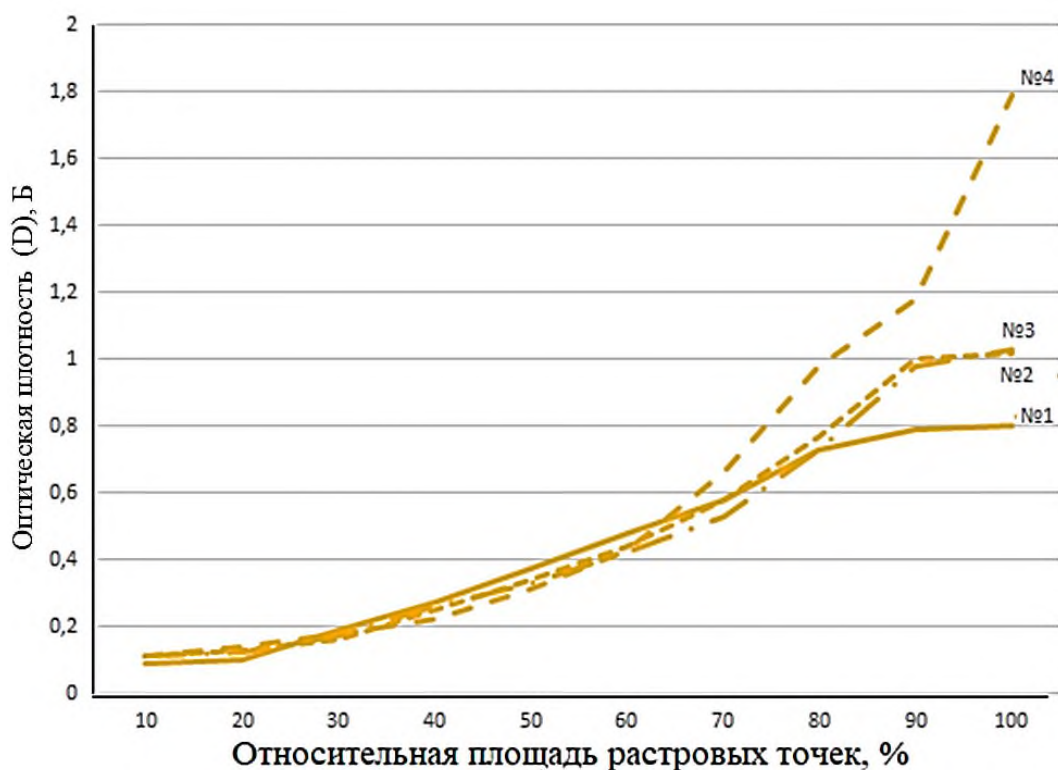


Рисунок 4 – Градационная кривая: для желтого цвета оттисков, отпечатанных на бумаге: №1 - офсетной бумаге 80 г/м², №2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², №3 - бумаге Epson Premium semigloss 130 г/м², №4 – бумаге Epson Matte 140 г/м²

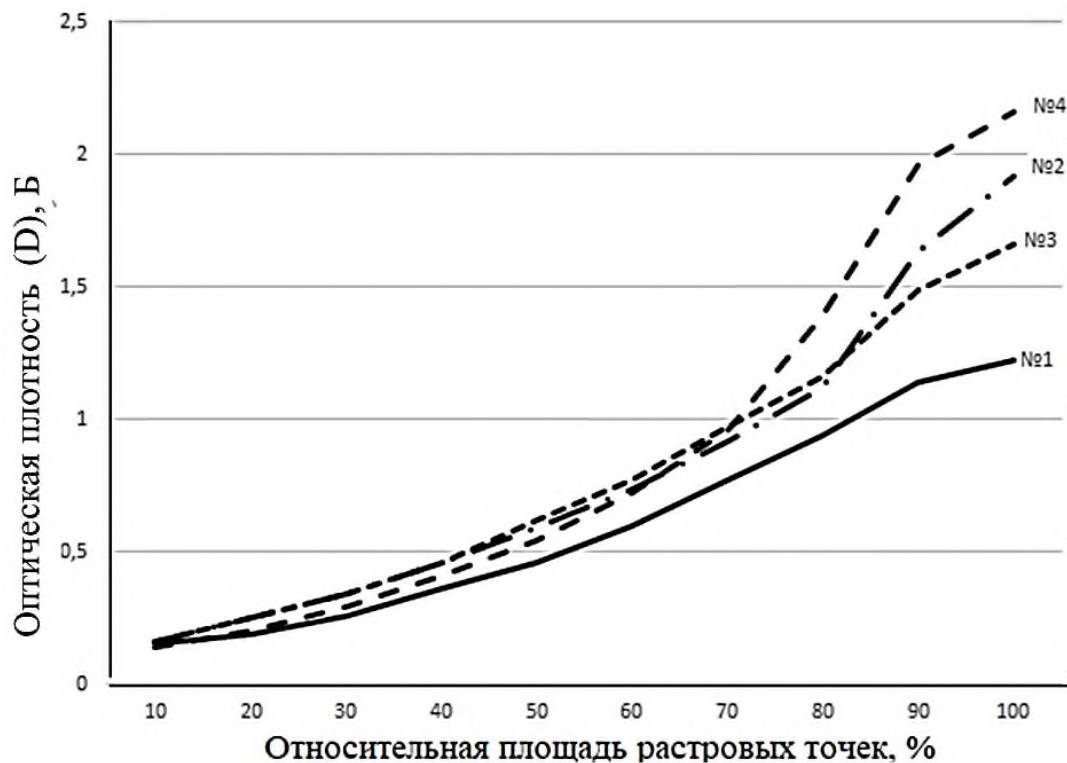


Рисунок 5 – Градационная кривая: для черного цвета оттисков, отпечатанных на бумаге: №1 - офсетной бумаге 80 г/м², №2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², №3 - бумаге Epson Premium semigloss 130 г/м², №4 – бумаге Epson Matte 140 г/м²

Анализ градационных кривых (рис.2-5) показал, что яркие и насыщенные цвета выявлены у бумаги №2 двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², что объясняется ее гладкой и блестящей поверхностью, обеспеченной за счет каолинового покрытия хромированным нагретым валиком к бумаге. Глянцевое покрытие оптимальный вариант для качественной струйной печати и, помимо этого, обеспечивает экономичность за счет меньшего расхода красящего вещества.

Значения цветовых координат, измеренных спектрофотометром, представлены в табл.4-5.

Таблица 4 –Показатели цветовых координат (при режиме «высокое»)

Название координат	Цветовые координаты						
	C	M	Y	K	MY	CY	CM
на офсетной бумаге 80 г/м ²							
<i>L</i>	63.04	56.16	81.61	29.43	56.01	57.11	43.88
<i>A</i>	-15.9	45.73	4.06	3.22	37.13	-30.7	13.47
<i>b</i>	-41.8	6.48	63.09	-1.25	15.34	20.08	-28.3
на двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м ²							
<i>L</i>	59.24	41.33	81.01	9.28	38.72	50.21	24.34
<i>a</i>	-17.0	71.56	3.97	-0.24	63.38	-38.1	10.79
<i>b</i>	-47.1	-1.22	82.05	-1.77	28.83	27.94	-28.7
на бумаге Epson Premium semigloss 130 г/м ²							
<i>L</i>	58.24	43.08	81.54	15.94	41.14	48.90	24.30
<i>a</i>	-15.8	69.37	4.93	1.37	60.87	-38.0	9.19
<i>b</i>	-49.3	-1.94	81.16	-3.21	25.46	24.62	-29.7
на бумаге Epson Matte 140 г/м ²							
<i>L</i>	60.63	41.53	81.73	5.87	39.75	49.88	16.98
<i>a</i>	-11.4	72.52	3.01	2.21	65.01	-49.9	25.88
<i>b</i>	-53.3	-0.71	93.03	-3.58	29.56	33.69	-50.9

Таблица 5 –Показатели цветовых координат (при режиме «стандартное»)

Название координат	Цветовые координаты						
	C	M	Y	K	MY	CY	CM
на офсетной бумаге 80 г/м ²							
<i>L</i>	68.18	59.10	84.49	33.33	57.86	59.08	45.01
<i>A</i>	-13.5	46.9	2.40	3.70	41.11	-30.6	12.74
<i>b</i>	-35.9	1.77	60.14	-2.82	12.49	17.08	-28.6
на двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м ²							
<i>L</i>	58.39	42.66	79.57	11.45	41.08	50.72	26.13
<i>a</i>	-14.6	69.62	6.38	-0.53	58.38	-34.6	11.84
<i>b</i>	-49.8	-3.08	78.87	-0.86	32.47	23.68	-29.9
на бумаге Epson Premium semigloss 130 г/м ²							
<i>L</i>	56.88	43.73	80.24	17.38	41.80	48.58	24.33
<i>a</i>	-15.2	68.37	7.30	0.95	57.77	-37.1	10.11
<i>b</i>	-51.9	-2.71	82.51	-2.44	27.96	24.94	-29.4
на бумаге Epson Matte 140 г/м ²							
<i>L</i>	60.35	41.41	81.96	5.07	40.53	49.47	15.69
<i>a</i>	-13.0	71.78	3.63	1.92	64.56	-49.1	23.05
<i>b</i>	-55.3	1.11	94.05	-3.28	29.02	35.32	-45.3

По данным цветовых координат (табл.4-5) построены цветовые охваты, имеющие форму шестиугольника в процессе субтрактивного синтеза, вершинами которых являются точки, соответствующие краскам синтеза и цветам их попарных наложений (рис.6-7).

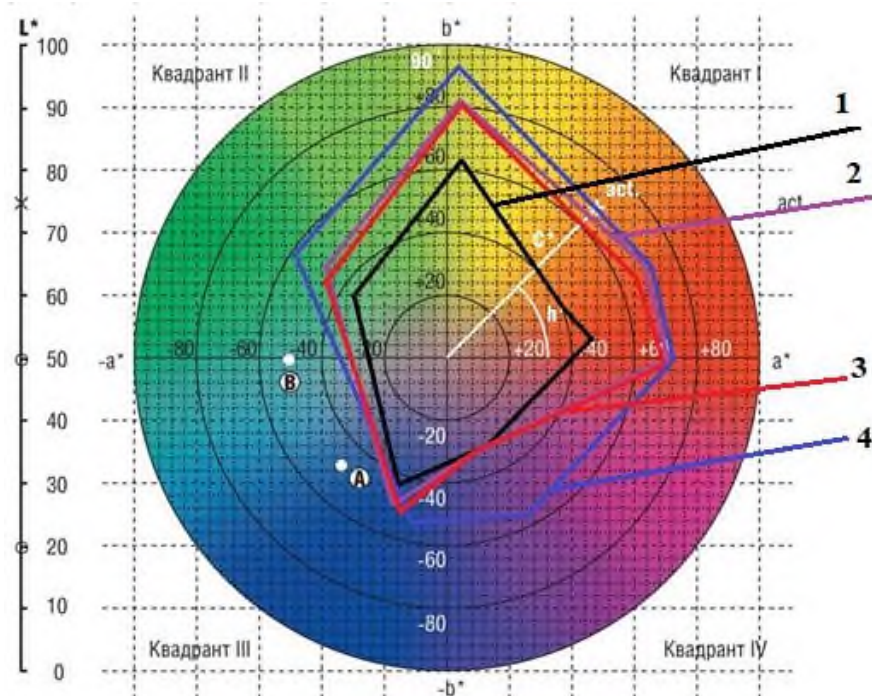


Рисунок 6 – Цветовой охват для бумаги при режиме «высокое» качество: 1 - офсетной бумаге 80 г/м², 2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², 3 - Epson Premium semigloss 130 г/м², 4 - Epson Matte 140 г/м²

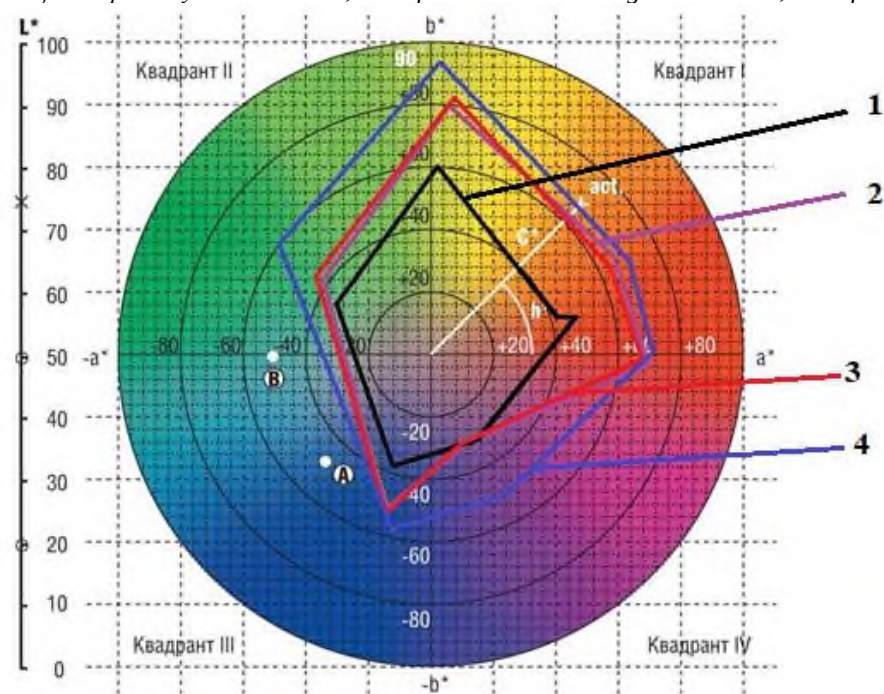


Рисунок 7 – Цветовой охват для бумаги при режиме «стандартное» качество: 1 - офсетной бумаге 80 г/м², 2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², 3 - Epson Premium semigloss 130 г/м², 4 - Epson Matte 140 г/м²

Как видно из рис. 6-7, наибольший цветовой охват, дающий объективную оценку количеству воспроизведенных цветов, характерен бумаге №4 - Epson Matte 140 г/м², затем бумагам №2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², №3 - Epson Premium semigloss 130 г/м².

Выводы

Анализ градационных кривых показал, что яркие и насыщенные цвета выявлены у бумаги №2 двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², что объясняется ее гладкой и блестящей поверхностью, обеспеченной за счет каолинового покрытия хромированным нагретым валиком к бумаге. Определено, что

наибольший цветовой охват, дающий объективную оценку количеству воспроизведенных цветов, характерен бумаге №4 - Epson Matte 140 г/м², затем бумагам №2 - двусторонней глянцевой фотобумаге 130 г/м², №3 - Epson Premium semigloss 130 г/м². Выявлено, что бумаги с глянцевым покрытием являются оптимальными для получения качественных оттисков и помимо этого обеспечивается экономичность за счет меньшего расхода красящего вещества при струйной печати.

Рецензент: Джурев И.Д. – д.х.н., профессор кафедры «Металлургия», ТПУ имени академика М.С. Осими

Литература

1. И.А.Сысеев Повышение точности оценки цвета устройством для ввода изображений // Омский научный вестник. 2002. Вып.19. С.79-86.
2. С.Фомин Как добиться предсказуемой цветопередачи в цифровой печати [Электронный ресурс]. <https://www.offitec.ru/inf-kak-dobitsya-predskazuemoi-tsvetopredachi-vtsifrovoy-pechati>. (дата обращения 16.05.2025).
3. И.А.Сысеев, П.А.Зуев Исследование цветовоспроизведения в системах цифровой печати // Омский научный вестник. 2013. №3. С.324-330.
4. М.В.Домасев Исследование возможностей цветопередачи в машинах струйной печати на бумажных носителях // автореф....к.т.н. СПб., 2011. 16 с.
5. С.П.Гнатюк, М.В.Домасев, В.В.Ильина. Принципы классификации материалов для цифровой струйной печати. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела, №6. М., МГУП, 2008.
6. С.П.Гнатюк, М.В.Домасев, А.Б.Лихачев, Т.Ю.Санжаровская Анализ свойств и классификации материалов для струйной печати. // Актуальные вопросы современной науки. Сборник научных трудов. Выпуск 2. ЦРНС, Новосибирск, 2008.
7. С.П.Гнатюк, М.В.Домасев, Д.М.Костенко, С.А.Трифонов, С.Л.Шавкун Наномодифицированные материалы для цифровой струйной печати. // Актуальные вопросы современной науки. Сборник научных трудов. Выпуск 2. ЦРНС, Новосибирск, 2008.
8. С.П.Гнатюк, М.В.Домасев, Т.Н.Зиненко Принципы классификации материалов для струйной цифровой печати. // Проблемы развития кинематографа и телевидения. Сборник научных трудов. Выпуск 22. СПб., СПбГУКИТ, 2009.
9. Стык цвета расшифровка [Электронный ресурс]. <https://skyeng.ru/it-industry/design/cmyk-sistema-tsvetov-v-poligrafii-i-pechati-skobki-naznacheniiye/> (дата обращения 12.05.2025).
10. А.О.Пожарский Оценка цветового охвата системы печати посредством объема тела охвата цветов, вычисленного с учетом неоднородности цветового пространства // Известия ВУЗов. Проблемы полиграфии и издательского дела. М., 2006. №4. С.3-12.
11. П.А.Зуев Исследование цветовоспроизведения в цифровых системах цветной электрофотографии // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. №3. С.204-213.
12. М.В.Домасев, С.П.Гнатюк Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. СПб, издательский дом «Питер», 2009.
13. Что такое цветные модели и какими они бывают? [Электронный ресурс]. https://skillbox.ru/media/design/chto_takoe_tsvetovye_modeli_i_kakimi_oni_byvayut/ (дата обращения 12.05.2025).

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Бабаханова Халима Абишевна	Бабаханова Халима Абишевна	Babakhanova Khalima Abishevna
Д.и.т., профессор	Д.т.н., профессор	Doctor of Technical Sciences, Professor
Институты бофандагӣ ва саноати сабуки Тошкент	Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности	Tashkent Institute of Textile and Light Industry
TJ	RU	EN
Садриддинова Нигора Жунадилло кизи	Садриддинова Нигора Жунадилло кизи	Sadriddinova Nigora Dzunadillokizi
Докторант	Докторант	Doctoral student
Институты бофандагӣ ва саноати сабуки Тошкент	Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности	Tashkent Institute of Textile and Light Industry
TJ	RU	EN
Равшанзода Дилшод Чоршанби	Равшанзода Дилшод Чоршанби	Ravshanzoda Dilshod Chorshanbi
Н.и.т., дотсент	к.т.н. доцент	Ph.D., associate Professor
ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
E-mail: 234-56-57@mail.ru		