

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ

Проскуряков Н.Е., Колесникова А.С.  
Тульский государственный университет

## Abstract

Currently, there are no uniform standards, allowing an objective assessment of the quality of digital printing that has become an increasingly serious problem for the market of digital advertising services. It is proposed to assess the quality of the printing materials through an integrated quality score consisting of the six most important parameters.

**Keywords:** *Digital printing, non-absorbent materials, quality, assessment, composite index.*

Цифровая печать – это наиболее востребованный способ печати, когда речь заходит о нанесении логотипов, рекламных слоганов, фотографий на изделия, играющие важную роль в развитии рекламной индустрии. Вопрос оценки качества печати на невпитывающих материалах возникает в связи с активным внедрением в нишу рекламной печатной индустрии полимерных материалов. Из-за отсутствия отечественных стандартов на цифровую печать, анализ ее качества носит субъективный характер.

Инженерная оценка качества печати на невпитывающих материалах производится при помощи международного стандарта ISO/IEC 24790:2017, оценивающего точность воспроизведения шрифтов, линий и залитых участков [ 1 ]. Стандарт включает тринадцать параметров: оптическую плотность изображения, гранулярность, нечистоту фона, сателлиты, пятнистость, пробелы или непропечатки, размытость, ширину линии, плотность шрифта, контраст, заливку, сателлиты в области шрифта, нечистоту фона в области шрифта. При этом стандарт не затрагивает количественных значений в рамках которых производится измерение показателей, не содержит методики создания тест-объекта, калибровки оборудования, а также не представляет перечень параметров, необходимых для оценки различных технологий печати.

Понятие качество подразумевает под собой совокупность свойств или признаков, поэтому не определяется одним числом. Оценка качества печатного изображения чаще всего проводится при помощи экспетров. Они делают выводы, совмещая данные технических параметров и свои субъективные оценки.

Цифровая печать представляет собой воспроизведение оригинала, в связи с чем можно выбрать за эталонные значения показатели тест-объектов, индивидуальные для каждого из выбранных параметров.

Для того чтобы вычислить показатель свойства, а затем и комплексный показатель качества, каждому параметру качества печати на тестовой полосе будет соответствовать свой тест-объект.

Используя упрощенную схему комплексного анализа, сводим расчет комплексного показателя к формуле (1):

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{q_i} \times G_i, \quad (1)$$

где  $K$  – комплексный показатель исследуемого отпечатка,  $Q_i$  – абсолютное значение  $i$ -го показателя свойства,  $q_i$  – эталонное значение  $i$ -го показателя свойства,  $G_i$  – весомость  $i$ -го показателя свойства,  $n$  – количество показателей свойств.

Очень важно при комплексной оценке обеспечить калибровку всех звеньев технологического процесса: печатающего устройства и измерительных инструментов.

Очевидна зависимость качества печати от используемых материалов. Для нашего расчета принимаем все составляющие, как отвечающие стандартам и не содержащие брака.

Так как цифровая печать на непитьвающих материалах применяется преимущественно для изготовления наружной рекламы, в качестве используемого материала примем поливинилхлорид, поскольку данный материал обладает наиболее высокими показателями устойчивости к воздействию внешних факторов и позволяет осуществлять высококачественную печать; а в качестве краски – жесткосольвентные чернила, также обладающие устойчивостью к воздействию внешней среды.

Для комплексной оценки качества печати на непитьвающих материалах, предлагается взять шесть параметров:

**1. Оптическая плотность фона.** В идеальном случае фона на отпечатке не будет, т.е.  $D_0 = 0$  Б. Но можно допустить значение оптической плотности фона – до 0,01 Б с учетом вида материала (эталонное значение).

**2. Градационная передача.** Это один из важнейших показателей качества. Данное свойство можно оценить по количеству передаваемых полутонов. Используем шкалу с разными относительными размерами растровой точки: от 0 до 100%.

Для определения используем метод, основывающийся на подсчете порогов светоразличия в каждой области и учитывающий особенности тонопередачи на разных участках градационной кривой (светах, полутонах и тенях). Показатель градационной передачи в этом случае находится по формуле 2:

$$n = \sum_{0,02}^{0,3} \Delta D_1 + \sum_{0,3}^{1,1} \Delta D_2 + \sum_{1,1}^{2,0} \Delta D_3 , \quad (2)$$

где  $\Delta D$  – число переходов оптической плотности, выраженное в значениях пороговой чувствительности глаза для ахроматических изображений и в цветовых различиях при соблюдении баланса «по серому» для цветных изображений. Для черного цвета значение пороговой чувствительности соответствует среднему значению, определенному по Лаури [ 2 ]:  $\Delta D_1 = 0,01$ ,  $\Delta D_2 = 0,02$  и  $\Delta D_3 = 0,31$ .

Идеальная градационная передача представляет собой график в виде прямой линии, следовательно, рассчитать эталонное значение можно по формуле (3):

$$n = \frac{(0,3 - 0,02)}{0,01} + \frac{(1,1 - 0,3)}{0,02} + \frac{(2,0 - 1,1)}{0,3} = 71 , \quad (3)$$

**3. Разрешение печати.** Это способность системы точно передавать изображения штрихов различной величины, а также воспроизводить отдельно стоящие штрихи. Данный показатель можно оценить по штриховым тест-объектам. Разрешение печати характеризует возможности цифрового печатного оборудования по воспроизведению мелких деталей. Для цифровой печати значение разрешения печати достигает 40 мкм, а при плохой системе записи может снижаться до 140 мкм.

**4. Цветовой охват печати.** Этот показатель позволяет оценить максимальное количество цветов, которые способна воспроизвести система.

Цветовой охват принимает форму шестиугольника в процессе субтрактивного синтеза, вершинами этого шестиугольника являются точки, соответствующие краскам синтеза и цветам их попарных наложений [ 3 ].

Если математически рассчитать площадь проекции цветового охвата на плоскость  $a*b$ , можно провести сравнение цветовых охватов раз-

ных ЦПМ. Исходим из того, что площадь проекции цветового охвата в равноконтрастной системе *CIELab* на плоскость *a\*b* пропорциональна цветовому охвату.

Рассчитав математически площадь проекции цветового охвата на плоскость *a\*b\**, сравним цветовые охваты для ЦПМ разного типа математически. Отметим, что все полученные результаты целесообразно свести в одной колориметрической системе *CIELab*. Сравним изображения друг с другом и сделаем вывод по количественной оценке цветового охвата, как о результате эксперимента.

Рассчитаем площадь по формуле Грина применительно к системе *L\*a\*b*, формула (4):

$$G = \frac{1}{2} \int c(a^*db^* - b^*da^*), \quad (4)$$

где *G* – цветовой охват.

Таким образом, в формуле (4) используются координаты двух соседних точек, а для получения конечного результата данные по парам точек суммируются. Чем больше цветов участвует в цветовом охвате, тем больше будет точность в расчете.

Получаем все координаты через программу Adobe Photoshop – меню Color Picker, измерение в системе *L\*a\*b*. После расчета площади проекции цветового охвата *G* для базового образца, цветовые координаты сводятся в таблицу 1.

Таблица 1. Расчет цветового охвата базового образца

| Исходные данные |    |     |     | Расчет  |          |         |          |              |
|-----------------|----|-----|-----|---------|----------|---------|----------|--------------|
| Цвет            | L  | a*  | b*  | mean a* | delta b* | mean b* | delta a* |              |
| Red             | 48 | 66  | 54  | 26,6    | 46       | 77      | -79      | 7302         |
| Yellow          | 94 | -13 | 100 | -45     | -59      | 70,5    | -64      | 7167         |
| Green           | 49 | -77 | 41  | -51     | -91      | -4,5    | 52       | 4875         |
| Cyan            | 58 | -25 | -50 | 5,5     | 1        | -49,5   | 61       | 3025         |
| Blue            | 20 | 36  | -49 | 55      | 37       | -30,5   | 38       | 3194         |
| Magenta         | 50 | 74  | -12 | 70      | 66       | 21      | -8       | 4788         |
| <b>G =</b>      |    |     |     |         |          |         |          | <b>15176</b> |

**5. Воспроизведение памятных цветов.** Это свойство системы воспроизводить памятные цвета, степень соответствия которых на оригинале и отпечатке предлагается оценивать по показателю цветового различия  $AE$ .

Для памятных цветов при  $AE < 2,8 \pm 0,3$  различие цветов достаточно уверенное. За эталонное значение чаще всего принимают 3 единицы.

**6. Адгезия краски к материалу.** Насколько краска хорошо закреплена на поверхности материала, можно определить по уровню оптической плотности плашки, которая была подвержена многократному истиранию. Определяется тестом на истирание.

Если после проведенного теста полученное значение оптической плотности  $D_{ист}$  будет отличаться от первоначального на величину не более 25%, то качество закрепления считается соответствующим норме и по данному показателю присваивается значение 1 балл. В противном случае (при  $D_{ист} < 0,75 D_{из}$ ) данный показатель приравнивается к нулю.

Сведем все данные о показателях свойств в таблицу 2. В качестве эталонных значений примем идеальные значения показателей качества, которые для цифровой печати могут быть определены на основании значений показателей тестовой полосы.

Таблица 2. Показатели свойств цифровой печати

| № | Показатель качества             | Обозначение, единица измерения | Эталонное значение показателя свойства |
|---|---------------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | Оптическая плотность фона       | $D_o$ , Б                      | 0,01                                   |
| 2 | Градационная передача           | $n$                            | 71                                     |
| 3 | Разрешение печати               | $L$ , мкм                      | 40                                     |
| 4 | Цветовой охват печати           | $G$                            | 15176                                  |
| 5 | Воспроизведение памятных цветов | $AE$ , единиц                  | 3                                      |
| 6 | Адгезия краски к материалу      | $A$ , балл                     | 1                                      |

Итоговая формула расчета комплексного показателя:

$$K_0 = \frac{D_0}{0,01} + \frac{71}{n} + \frac{40}{L} + \frac{G}{15176} + \frac{3}{\Delta E} + \frac{A}{1} \quad (5)$$

где  $K_0$  – комплексный показатель качества цифровой печати,

$D_0$  – значение оптической плотности фона,

$n$  – показатель градационной передачи,

$L$  – значение разрешение печати,

$G$  – значение площади цветового охвата отпечатка,

$\Delta E$  – значение цветового различия исследуемых памятных цветов на отпечатке,

$A$  – значение адгезии тонера к бумаге.

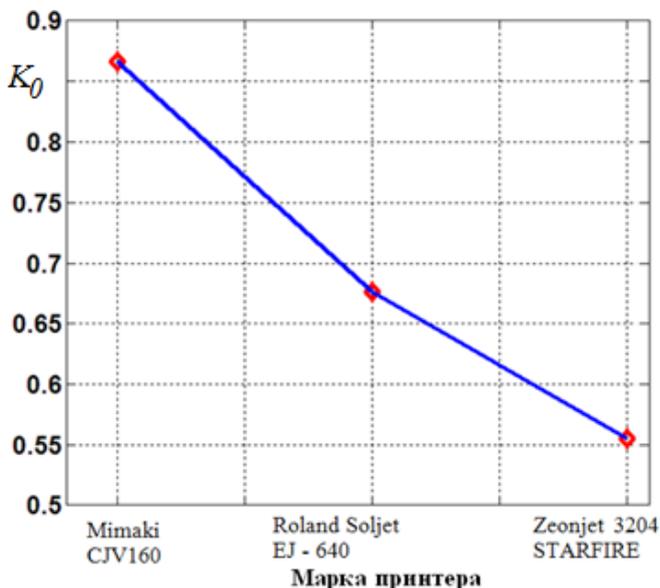
Оценка качества печати на невпитывающих материалах проводилась на трех популярных моделях, предварительно тщательно откалиброванных под поставленную задачу: Mimaki CJV160, Roland Soljet EJ – 640, Zeonjet 3204 STARFIRE. Полученные результаты сведены в таблицу 3 вместе с эталонными значениями.

Представим графически полученные данные (см. рисунок).

Анализ результатов позволяет сделать вывод, что лучший комплексный показатель качества у Mimaki CJV160.

Таблица 3. Оценка комплексного показателя

| Показатель свойства / Оттиск           | Mimaki CJV160 | Roland Soljet EJ - 640 | Zeonjet 3204 STARFIRE | Эталонное значение |
|--|---------------|------------------------|-----------------------|--------------------|
| Оптическая плотность фона, Б           | 0,01          | 0,01                   | 0,01                  | 0,01               |
| Градационная передача                  | 85            | 120                    | 81                    | 71                 |
| Разрешение печати, мкм                 | 40            | 50                     | 50                    | 40                 |
| Цветовой охват печати                  | 15983         | 15629                  | 11605                 | 15176              |
| Воспроизведение памятных цветов        | 9             | 13                     | 9                     | 3                  |
| Адгезия краски к материалу             | 1             | 1                      | 1                     | 1                  |
| Комплексный показатель качества, $K_0$ | 0,866         | 0,676                  | 0,555                 | 1                  |



*Рис Зависимость значения комплексного показателя от настроек печати*

Проведенные исследования показали, что значения разрешающей и выделяющей способности, а также площади цветового охвата для исследуемой цветопробы максимально приближены к эталонным. Но выявляется разница в воспроизведении памятных цветов по сравнению с базовым образцом и в градационной передаче.

Так как принтер Mimaki CJV160. показал максимальный комплексный показатель среди исследованных образцов печати, можно принять его оттиск цифровой цветопробы как образец, наиболее близкий к эталонному оттиску, при проведении оценки качества изучаемых оттисков.

## Литература

1. ISO/IEC 24790:2017 Information technology – Office equipment – Measurement of image quality attributes for hardcopy output – Monochrome text and graphic images.
2. Лихачев В. В. Метрология и стандартизация; в 2 ч. Ч. 2. Квалиметрия печатного изображения. – М.: Изд-во МГУП «Мир книги», 1998. – 186 с.
3. Шашлов Б.А. Цвет и цветовоспроизведение. – М.: Книга, 1995. – 280 с.