

УДК 655.22

М. К. Яковлев, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

ФОРМУЛА ЮЛА – НИЛЬСЕНА В ДЕНСИТОМЕТРИИ ОТТИСКОВ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Рассмотрено использование формулы Юла – Нильсена для денситометрической оценки офсетных оттисков, получены регрессионные модели зависимости коэффициента Юла – Нильсена от относительного размера растровых точек офсетных оттисков, выполнены расчеты растискивания растровых точек для 40 и 80% растровых полей для проверки полученных моделей, описана методика использования полученных результатов для оперативного контроля оттисков офсетной печати.

The usage of the formula Yule – Nielsen for densitometric evaluation offset prints obtained regression model dependence of the Yule – Nielsen on the relative size of the dot offset prints, the calculations of the dot gain of halftone dots for 40 and 80% raster fields for verification of the models described method using the obtained results for operational control prints offset printing.

Введение. Несмотря на назревшую необходимость перехода к колориметрической оценке качества цветовоспроизведения многокрасочной печати, в большинстве типографий для оперативного контроля широко используется денситометрический контроль цветовоспроизведения, основанный на измерении оптических плотностей плашек и растровых полей базовых цветов триадной печати. Этот удобный, оперативный и технологичный способ не требует больших затрат, особой квалификации персонала и, бесспорно, сохранит свою важность в ближайшем будущем.

Денситометрия печатных оттисков выполняется с использованием известных формул: Мюррэя – Девиса

$$D^V = -\lg \left[S_\phi \cdot 10^{-D_\phi} + (1 - S_\phi) \cdot 10^{-D_n} \right] \quad (1)$$

и Юла – Нильсена

$$D^V = -N \cdot \lg \left[S^{\phi\phi} \cdot 10^{-\frac{D_\phi}{N}} + (1 - S^{\phi\phi}) \cdot 10^{-\frac{D_n}{N}} \right], \quad (2)$$

где D^V – оптическая плотность участка растрового изображения; S_ϕ – относительная площадь растровых точек; D_ϕ – оптическая плотность плашки; D_n – оптическая плотность подложки; $S^{\phi\phi}$ – относительная площадь растровых точек на участке фотоформы или в файле (для цифровых репросистем); N – коэффициент Юла – Нильсена [1]. При этом формула (1) имеет универсальный характер, а формула (2) применима только для оттисков. Различие этих формул иллюстрирует рис. 1.

Сложность использования формулы (2) – в необходимости знать значения коэффициента Юла – Нильсена. Целью работы является построение моделей коэффициента N для использования формулы (2) для оперативного контроля оттисков офсетной печати.

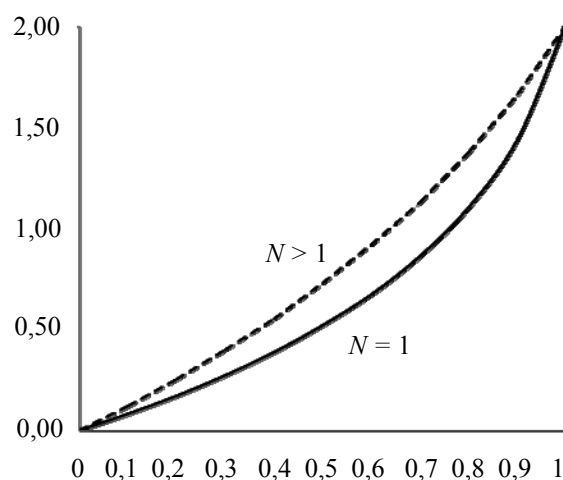


Рис. 1. Различие формул Мюррэя – Девиса ($N=1$) и Юла – Нильсена ($N>1$)

Основная часть. Ценность обеих формул в том, что они позволяют вычислить значения S_ϕ и $S^{\phi\phi}$ после измерения денситометром величин D_n , D_ϕ и D^V :

$$S_\phi = \frac{10^{-D_n} - 10^{-D^V}}{10^{-D_n} - 10^{-D_\phi}}; \quad (3)$$

$$S^{\phi\phi} = \frac{10^{-\frac{D_n}{N}} - 10^{-\frac{D^V}{N}}}{10^{-\frac{D_n}{N}} - 10^{-\frac{D_\phi}{N}}}. \quad (4)$$

Если измерять оптические плотности D_ϕ и D^V относительно подложки ($D_n = 0$), то формулы (3)–(4) упрощаются:

$$S_\phi = \frac{1 - 10^{-D^V}}{1 - 10^{-D_\phi}}; \quad S^{\phi\phi} = \frac{1 - 10^{-\frac{D^V}{N}}}{1 - 10^{-\frac{D_\phi}{N}}}. \quad (5)$$

Значения коэффициента Юла – Нильсена можно рассчитать из условия нормирования ве-

личин растискивания для 40 и 80% растровых полей офсетных триадных красок в соответствии с требованиями стандарта ISO 12647-2 (1996 г.). Расчет основан на численном решении уравнений, представляющих собой зависимости визуальных плотностей, определяемых по формуле Юла – Нильсена, от нормированных значений растискивания, регламентируемых стандартом, и проведен в работе [2].

Результаты расчета коэффициента Юла – Нильсена для триадных красок и разных типов бумаг представлены в табл. 1 [2].

Таблица 1

Значения коэффициента Юла – Нильсена

Тип бумаги	Краска	Коэффициент N для 40% растровых полей	Коэффициент N для 80% растровых полей
Мелованная чистоцеллюлозная	Голубая	1,51–2,50	1,44–3,55
	Пурпурная	1,60–2,63	1,56–3,74
	Желтая	1,55–2,80	1,69–4,00
	Черная	1,68–2,51	1,53–5,82
Глянцевая мелованная	Голубая	1,55–2,80	2,65–3,99
	Пурпурная	1,58–3,02	1,43–4,74
	Желтая	1,58–3,78	1,40–7,17
	Черная	1,67–2,48	1,52–5,53
Немелованная	Голубая	1,99–7,04	1,25–6,89
	Пурпурная	1,93–10,8	1,19–11,1
	Желтая	1,93–10,8	1,19–11,1
	Черная	2,11–3,26	1,81–4,50

Таким образом, величина коэффициента Юла – Нильсена зависит от размера растровой точки, т. е. $N = N(S^{\Phi\Phi})$, и формула (2) усложняется:

$$D = -N(S^{\Phi\Phi}) \lg \left[S^{\Phi\Phi} \cdot 10^{\frac{D_{\Phi}}{N(S^{\Phi\Phi})}} + (1 - S^{\Phi\Phi}) \cdot 10^{\frac{D_{\Pi}}{N(S^{\Phi\Phi})}} \right].$$

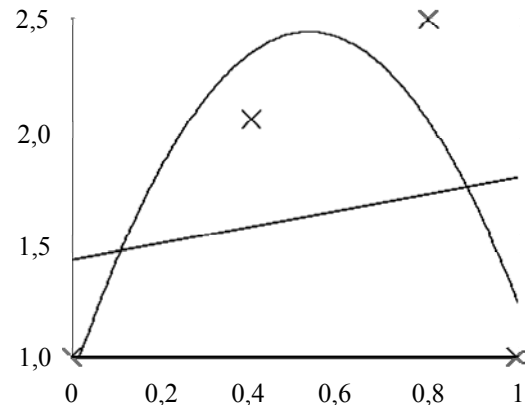
Для целей денситометрического контроля оттисков с использованием формулы (4) построены регрессионные модели $N = N(S^{\Phi\Phi})$ путем аппроксимации средних значений двух последних столбцов табл. 1.

Как показывает рис. 2, более предпочтительной является квадратическая модель, чем линейная. Регрессионные модели $N = N(S^{\Phi\Phi})$ построены для всех вариантов табл. 1:

1) бумага мелованная чистоцеллюлозная:

– голубая краска

$$N = -5,302 (S^{\Phi\Phi})^2 + 5,643 S^{\Phi\Phi} + 0,906; \quad (6)$$

Рис. 2. Квадратическая и линейная модели зависимости $N = N(S^{\Phi\Phi})$

– пурпурная краска

$$N = -5,870 (S^{\Phi\Phi})^2 + 6,246 S^{\Phi\Phi} + 0,897; \quad (7)$$

– желтая краска

$$N = -6,329 (S^{\Phi\Phi})^2 + 6,769 S^{\Phi\Phi} + 0,880; \quad (8)$$

– черная краска

$$N = -7,189 (S^{\Phi\Phi})^2 + 7,995 S^{\Phi\Phi} + 0,780; \quad (9)$$

2) бумага глянцевая мелованная:

– голубая краска

$$N = -6,971 (S^{\Phi\Phi})^2 + 7,608 S^{\Phi\Phi} + 0,826; \quad (10)$$

– пурпурная краска

$$N = -7,062 (S^{\Phi\Phi})^2 + 7,567 S^{\Phi\Phi} + 0,862; \quad (11)$$

– желтая краска

$$N = -9,923 (S^{\Phi\Phi})^2 + 10,820 S^{\Phi\Phi} + 0,755; \quad (12)$$

– черная краска

$$N = -6,921 (S^{\Phi\Phi})^2 + 7,671 S^{\Phi\Phi} + 0,795; \quad (13)$$

3) бумага немелованная:

– голубая краска

$$N = -15,620 (S^{\Phi\Phi})^2 + 15,920 S^{\Phi\Phi} + 0,917; \quad (14)$$

– пурпурная краска

$$N = -24,470 (S^{\Phi\Phi})^2 + 25,120 S^{\Phi\Phi} + 0,822; \quad (15)$$

– желтая краска

$$N = -24,470 (S^{\Phi\Phi})^2 + 25,120 S^{\Phi\Phi} + 0,822; \quad (16)$$

– черная краска

$$N = -8,414 (S^{\Phi\Phi})^2 + 8,841 S^{\Phi\Phi} + 0,883. \quad (17)$$

Для проверки математических зависимостей (6)–(17) коэффициента Юла – Нильсена N

выполнены экспериментальные расчеты номинального размера растровых точек на шкальных оттисках на мелованной и офсетной бумагах для 40 и 80% растровых полей. Результаты измерений растровых полей и плашек шкальных оттисков приведены в табл. 2.

Таблица 2
Экспериментальные значения оптических плотностей шкальных оттисков

Тип бумаги	Краска	Плотность плашки	Плотность 40% поля	Плотность 80% поля
Глянцевая мелованная	Голубая	1,19	0,29	0,71
	Пурпурная	1,47	0,30	0,81
	Желтая	0,73	0,28	0,60
	Черная	1,45	0,31	0,81
Немелованная	Голубая	0,76	0,31	0,97
	Пурпурная	0,77	0,33	1,04
	Желтая	0,80	0,36	1,02
	Черная	1,17	0,49	1,13

На основании данных табл. 2 рассчитаем величины S_{ϕ} и $S^{\text{фф}}$ по формулам (5), где $D_n = 0$. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3
Относительные размеры растровых точек 40 и 80% полей шкальных оттисков

Тип бумаги	Краска	Формула			
		М – Д, 40%	Ю – Н, 40%	М – Д, 80%	Ю – Н, 80%
Глянцевая мелованная	Голубая	60	43	94	81
	Пурпурная	56	41	81	79
	Желтая	59	42	92	80
	Черная	61	42	96	82
Немелованная	Голубая	62	41	96	81
	Пурпурная	62	42	96	83
	Желтая	60	41	88	78
	Черная	66	42	94	81

Анализ результатов расчетов показывает, что значения величин $S^{\text{фф}}$, как и следовало ожидать, близки к своим номинальным значениям, равным 40 и 80%. Величины же S_{ϕ} больше номинальных значений на величину растискивания. Используя данные табл. 3, определим растискивание для контрольных значений 40 и 80% растровых полей по формуле [3]

$$\Delta S = \left(\frac{10^{-D^V} - 1}{10^{-D_{\phi}} - 1} - \frac{10^{-\frac{D^V}{N(S^{\text{фф}})}} - 1}{10^{-\frac{D_{\phi}}{N(S^{\text{фф}})}} - 1} \right) \cdot 100 \%, \quad (18)$$

где значения $N = N(S^{\text{фф}})$ вычислены с использованием моделей (10)–(17). Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4
Значения растискивания (%) на шкальных оттисках

Тип бумаги	Краска	Растискивание для 40%	Растискивание для 80%
Глянцевая мелованная	Голубая	17	13
	Пурпурная	15	12
	Желтая	17	12
	Черная	19	14
Немелованная	Голубая	21	15
	Пурпурная	20	13
	Желтая	19	11
	Черная	24	13

Анализ данных табл. 4 показал, что величины растискивания, определенные с использованием построенных моделей, с допустимой погрешностью находятся в пределах, заданных стандартом ISO 12647-2 (1996). Это позволяет сделать вывод о применимости регрессионных моделей (10)–(17) коэффициента Юла – Нильсена для оперативного контроля оттисков триадной офсетной печати.

Заключение. Таким образом, наличие регрессионных зависимостей (6)–(17) позволяет использовать формулу Юла – Нильсена для денситометрического контроля оттисков офсетной печати. Их использование в денситометрах дает возможность обеспечить эффективный оперативный денситометрический контроль цветовоспроизведения в цифровых и аналоговых репродуцирующих системах современной полиграфии.

Литература

1. Зернов В. А. Фотографические процессы в репродукционной технике. М.: Книга, 1969. 304 с.
2. Якаўлеў М. К., Качаноўскі Д. М. Разлік каэфіцыента Юла – Нільсена друкарскіх папераў // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2003. Вып. XI. С. 125–130.
3. Якаўлеў М. К. Кіраванне якасцю ўзнаўлення ў афсетным друку // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2008. Вып. XVI. С. 19–21.

Поступила 20.03.2014