

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТВЕРТОЙ, ЧЕРНОЙ, КРАСКИ В ПРОЦЕССЕ НЕРЕЗКОГО МАСКИРОВАНИЯ

In given article are received identical equations a regression, which allow to optimize the process of reception of printed elements and forecast change the specified areas under different correlations an amount of paints, range and volumes UCR.

Использование черной краски дополнительно к краскам печатной триады имеет следующие цели [1]: передачу контурного изображения, полученного в результате процедуры нерезкого маскирования; экономию цветных красок за счет замены их черной в объеме, допускаемом величиной ахроматической составляющей трехкрасочного синтеза; увеличение общего контраста иллюстраций за счет расширения интервала оптических плотностей ахроматических цветов. Соответственно этим целям формально могут быть получены три дополнительные печатные формы, каждая из которых обеспечит свой эффект.

В данной работе исследовалось влияние УЦК (удаление цветной краски, UCR) и вариантов соотношения количества красок для некоторого цвета при использовании пятой краской на изменение относительных площадей печатных элементов ахроматической составляющей триадного синтеза (S , %).

В первой серии опытов изучалось влияние объема УЦК (0; 50 и 100%) и составляющих цветных красок (голубой, желтой, пурпурной и черной, Г, П, Ж, Ч) на изменение относительной площади S , %.

Для проведения экспериментов был выбран план 3×4 [2], где 3 — три уровня УЦК, % (0, 50 и 100), а 4 — содержание четырех красок, % (Г, П, Ж, Ч. Ошибка воспроизводимости опытов в этом эксперименте составляла 2,2% ($\sigma_s = 2,2\%$)).

Опыты проводились в случайном порядке. Матрица плана и результаты эксперимента приведены в таблице, где y — параметр оптимизации (функция отклика), S , %, x_1 и x_2 — кодированные уровни факторов: x_1 — объем УЦК, %, x_2 — вид краски ($x_2 = -1$ голубая; $x_2 = -1/3$ пурпурная; $x_2 = +1/3$ желтая; $x_2 = -1$ черная); N — число опытов.

Статистическую обработку результатов эксперимента проводили по методике работы [2]. Значения коэффициентов уравнения определялись по формуле (1).

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= a_0(0y) - \sum a_{0i}(iiy) \\ b_i &= a_i(iy) \\ b_{ij} &= a_{ij}(ijy) \\ b_{ii} &= a_{ii}(iiy) - a_{0i}(0y) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} — коэффициенты уравнения; $a_0, a_{01}, a_{02}, a_i, a_{ij}, a_{ii}$ — коэффициенты из табли-

цы 2.18 [2]; $(0y), (iy), (ijy)$, и (iiy) — алгебраические суммы произведений соответствующего столбца матрицы на сумму столбца y , $(0y)$.

В нашем случае $a_0 = 0,38021$; $a_{01} = 0,25$; $a_{02} = 0,23433$; $a_1 = 0,125$; $a_2 = 0,15$; $a_{12} = 0,225$; $a_{11} = 0,375$; $a_{22} = 0,42188$.

Значимость коэффициентов уравнения b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} определяли путем сравнения их абсолютных значений с доверительными интервалами $\Delta b_0, \Delta b_i, \Delta b_{ij}, \Delta b_{ii}$, которые определяли по формулам (2):

$$\left. \begin{aligned} \Delta b_0 &= \pm t \cdot \sigma \sqrt{a_0} \\ \Delta b_i &= \pm t \cdot \sigma \sqrt{a_i} \\ \Delta b_{ij} &= \pm t \cdot \sigma \sqrt{a_{ij}} \\ \Delta b_{ii} &= \pm t \cdot \sigma \sqrt{a_{ii}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где t — табличные значения критерия Стьюдента при заданном уровне доверия (значимости) α и степени свободы $f = N - 1$. В нашем случае $t = 2,16$, $\Delta b_0 = 3,0$; $\Delta b_1 = 1,7$; $\Delta b_2 = 1,86$; $\Delta b_{12} = 2,27$; $\Delta b_{11} = 3$; $\Delta b_{22} = 3,1$.

После статистической обработки результатов эксперимента и проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии получена адекватная модель ($F_p = 5,2 < F_{кр} = 5,2$ $\alpha = 0,01$; $f_1 = 7$; $f_2 = 10$)

$$y_1 = 52,5 - 7x_1 - 2,5x_2 + 18,4x_1x_2 - 34x_2^2. \quad (3)$$

Анализ этого уравнения показывает, что наибольшее влияние на параметр оптимизации (S , %) оказывает вид краски (x_2), влияние УЦК (x_1) значительно меньшее.

На участках, содержащих растровые элементы всех цветных красок триадного синтеза, цветовой тон определяется, в принципе, лишь определенным количеством двух из них. Остальное количество голубой, пурпурной и желтой характеризует насыщенность и может быть заменено четвертой, черной, краской. Минимизация количества цветных красок путем замены ахроматической составляющей триадного синтеза получила название операции УЦК (удаление цветной краски из-под черной, UCR). Объему УЦК, равному 50% ($x_1 = 0$), соответствует количество черной краски, равное примерно половине (вернее, 0,45) минимального из трех исходных значений (см. опыт № 1).

Матрица плана 3×4 и результаты измерений S

№	x_1	x_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2	y_2	Примечание
1	-1	-1	+1	+1	+1	45	
2	-1	-1/3	+1/3	+1	1/9	65	
3	-1	+1/3	-1/3	+1	1/9	55	
4	-1	+1	-1	+1	+1	0	
5	0	-1	0	0	+1	20	
6	0	-1/3	0	0	1/9	50	
7	0	+1/3	0	0	1/9	45	
8	0	+1	0	0	+1	20	
9	+1	-1	-1	+1	+1	0	
10	+1	-1/3	-1/3	+1	1/9	35	
11	+1	+1/3	+1/3	+1	1/9	45	
12	+1	+1	+1	+1	+1	30	

Для предельного УЦК объемом 100% ($x_1 = +1$) присутствуют лишь элементы, отпечатанные не более чем тремя из четырех красок: двумя цветными и черной (П и Ж+Ч). Такой синтез получил условное название «бинарный» + черный и предполагает полное отсутствие красок триады на серых участках изображения (см. опыт № 12).

Другим фактором управления процедурой УЦК является диапазон тонов оригинала, в котором обеспечивается тот или иной объем УЦК.

Во второй серии опытов исследовали влияние объема УЦК и диапазона УЦК на изменение относительной площади печатных элементов ахроматической составляющей триадного синтеза. В качестве параметра оптимизации $y_2 = S$ выбирали относительную площадь печатных элементов (%), а в качестве управляемых факторов: x_1 — диапазон УЦК (0; 50 и 100%) и x_2 — объем УЦК (%) (1 — при нулевом объеме УЦК по всему градационному диапазону, 2 — при объеме УЦК 40%, снижающемся до нуля в интервале значений исходной триадной ахроматической составляющей 100%–50%; 3 — при объеме УЦК 40%, одинаковом во всем диапазоне).

Ошибка воспроизводимости опытов ($\sigma_y = 1,91\%$). Для проведения эксперимента был выбран план 3×3, где 3 — три уровня первого фактора x_1 (0, 50 и 100%) и три уровня объема УЦК x_2 (1, 2, 3). Обработку результатов эксперимента и проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии проводили по той же методике [2], по формулам (1) и (2). Проверку адекватности полученного уравнения проводили путем определения критерия Фишера. В результате было получено адекватное уравнение:

$$y_2 = 43,1 + 37,2x_1 - 11,5x_2 - 11,7x_1x_2 - 5,0x_1^2. (5)$$

Из этого уравнения видно, что первый фактор оказывает наибольшее влияние на параметр

S, чем объем УЦК. Максимальную относительную площадь печатных элементов $y_{2\max} = S_{\max} = 98,6\%$ получили при $x_1 = +1$ (диапазон УЦК 100%) и $x_2 = -1$ (при нулевом объеме УЦК по всему градационному диапазону). Нулевые значения S и диапазона УЦК соответствуют тому состоянию, когда серые цвета передаются во всем его интервале только цветными красками. При объеме УЦК 40%, снижающемся до нуля в интервале значений исходной триадной составляющей 100%–50% ($x_2 = 0$), происходит переход от глубоких теней к ахроматическим тонам средних значений. При объеме УЦК 40%, одинаковом во всем диапазоне, происходит переход от теней к средним тонам.

Таким образом, различные соотношения цветных и черных красок, диапазон и объемы УЦК позволяют регулировать размеры относительных площадей печатных элементов ахроматической составляющей триадного синтеза, а полученные адекватные уравнения регрессии позволяют оптимизировать процесс получения печатных элементов и прогнозировать изменение указанных площадей при различных соотношениях количества красок, диапазоне и объемах УЦК.

Литература

1. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изобразительной информации. — СПб.: Изд-во «Петербургский институт печати», 2002. — 312 с.
2. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. — М.: Статистика, 1981. — 264 с.
3. Жарский И. М., Каледин Б. А., Кузьмицкий И. Ф. Планирование и организация эксперимента: Учебное пособие. — Мн.: БГТУ, 2003. — 184 с.