

---

УДК 655.226.6:655.225.6:273.92

**В. М. ПЕЧЕНЮК**

**ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ  
ІЛЮСТРАЦІЙНОГО ДРУКУ З ФДФ  
СПОСОБОМ ВИСОКОГО ОФСЕТУ\***

Впровадження на поліграфічних підприємствах фотополімерних друкарських форм (ФДФ) дало змогу значно розширити можливості високого офсетного друку (ВО), який все частіше використовують для відтворення досить складних одно- і багатофарбових оригіналів. Однак слід відзначити, що тонові ілюстрації відтворюються зі спотворенням, особливо в межах їх світлих ділянок. Верхня межа отримання якісних

---

\* Робота виконана під керівництвом В. Й. Запотоchnого.

растрових відбитків не перевищує  $40 \text{ см}^{-1}$  [1]. Це, а також ряд інших недоліків (заливання фарбою растрових елементів у тінях, складність виконання градаційної приправки тощо) обмежує поширення високого офсетного друку.

Для визначення факторів, які найбільше впливають на якість ілюстраційного друку з ФДФ способом ВО, використовували метод ранжирування. Спочатку на основі аналізу літературних даних [1,3—5] і практичного досвіду сформовані групи таких найбільш ймовірних факторів:

I. Папір:  $x_1$  — гладкість;  $x_2$  — білизна;  $x_3$  — деформаційні властивості;  $x_4$  — сприйняття фарби;  $x_5$  — поверхнева міцність.

II. Офсетне полотно:  $x_1$  — деформаційні властивості;  $x_2$  — рівномірність по товщині;  $x_3$  — рівномірність деформаційних властивостей;  $x_4$  — сприйняття та передача друкарської фарби;  $x_5$  — мікрогеометрія поверхні;  $x_6$  — набухання у компонентах фарби та вимивних речовинах;  $x_7$  — відносне видовження поверхневого шару під дією навантаження друку.

III. Фотополімерна друкарська форма:  $x_1$  — графічна точність відтворення друкарських елементів;  $x_2$  — градаційна точність відтворення негатива;  $x_3$  — роздільна здатність;  $x_4$  — глибина пробілів;  $x_5$  — мікрогеометрія поверхні друкуючих елементів;  $x_6$  — значення градаційного приправочного рельєфу;  $x_7$  — деформаційні властивості ФДФ;  $x_8$  — сприйняття та віддача друкарської фарби;  $x_9$  — рівномірність форми по товщині;  $x_{10}$  — структура та фізико-хімічні властивості дна пробілів;  $x_{11}$  — кути нахилу друкарських елементів.

IV. Фотоформа:  $x_1$  — чіткість елементів зображення;  $x_2$  — відтворення градації тонів (чорно-білий оригінал);  $x_3$  — кольороподільна та градаційна характеристики (кольоровий оригінал).

V. Фарба:  $x_1$  — інтенсивність (оптична щільність);  $x_2$  — в'язкість;  $x_3$  — липкість.

VI. Друкарський апарат:  $x_1$  — твердість накатних валиків;  $x_2$  — температурний режим фарбового апарату;  $x_3$  — правильність форми накатних валиків;  $x_4$  — стабільність розмірів накатних валиків;  $x_5$  — жорсткість замків накатних валиків;  $x_6$  — сприйняття та віддача фарби накатними валиками.

VII. Параметри друкарського процесу:  $x_1$  — тиск між формним і офсетним циліндрами;  $x_2$  — тиск між офсетним і друкарським циліндрами;  $x_3$  — швидкість друкування;  $x_4$  — товщина фарбового шару.

Групи факторів зведені в анкету і запропоновані на експертизу дванадцяти спеціалістам, які оцінювали кожний фактор  $j$  окремої групи, розмішуючи їх в порядку зменшення важливості та присвоюючи ранг. Якщо експерт не міг віддати перевагу одному з двох факторів, то їм присвоювались однакові ранги. Результати ранжирування зведені у таблиці, підраховані суми рангів для кожного фактора групи і визначені підсумкові ранги  $R_j$  (табл. 1). У зв'язку з тим що спеціалісти присвоювали



деяким факторам і однакові ранги (так звані зв'язані ранги), проведено їх переформування та визначено нові підсумкові ранги  $\theta_j$  (табл. 2). Для доведення адекватності початкових і переформованих рангів застосовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмена

$$\rho = 1 - \frac{6}{n^3 - n} \sum_{j=1}^n (R_j - \theta_j)^2,$$

де  $n$  — число факторів у кожній групі.

Оскільки обчислені  $\rho$  для кожної групи близькі до одиниці, то обидва ранжування вважають адекватними. Всі подальші розрахунки проводили за таблицею переформованих рангів.

Для перевірки узгодженості думок експертів вираховували статистику  $X^2$  [2] для кожної групи показників:

$$X^2 = \frac{\sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^m R_{ij} - \frac{m(n+1)}{2} \right)^2}{\frac{1}{12} m \cdot n \cdot (n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i},$$

де  $j=1, \dots, n$  — номер фактора;  $n=5; 7; 11; 3; 3; 6; 4$  — число факторів;  $i=1, \dots, m$  — номер експерта;  $m=12$  — число експертів;  $R_{ij}$  — ранг  $j$ -го об'єкта, присвоєний йому  $i$ -м експертом;

$T_i = \frac{1}{12} \sum_{\alpha} t_{\alpha i} (t_{\alpha i}^2 - 1); t_{1i}, t_{2i}, \dots$  — довжини першого, дру-

гого та наступних зв'язків у ранжуванні  $i$ -го експерта;  $X_1^2 = 16,01$ ;  $X_2^2 = 24,96$ ;  $X_3^2 = 71,70$ ;  $X_4^2 = 4,97$ ;  $X_5^2 = 5,66$ ;  $X_6^2 = 17,94$ ;  $X_7^2 = 9,36$ .

Оскільки обчислені значення  $X_4^2 = 4,97$  і  $X_5^2 = 5,66$  більші табличного  $X^2 = 4,667$  при рівні значущості  $\alpha = 0,1$  [2], то прийнята гіпотеза про узгодженість експертних ранжувань. Даний метод перевірки узгодженості може використовуватись при  $n=3, m=12$ . За умови  $n=4; 5; 6; 7$  знаходили показники  $F$  та  $I$  і порівнювали їх з табличними  $I_{\alpha}$ :

$$F = \frac{(m-1) X^2}{m(n-1) - X^2}; \quad I = \frac{1}{2} [X^2 + (n-1) F];$$

$$F_I = 5,5; F_{II} = 5,84; F_{III} = 16,33; F_{VI} = 4,69; F_{VII} = 3,86;$$

$$I_I = 19,00; I_{II} = 30,00; I_{VI} = 20,69; I_{VII} = 10,47.$$

Визначаємо табличне значення  $I_{\alpha}$  з допомогою додатків із праці [2];

$$I_{\alpha} [n-1, (m-1)(n-1)] = \frac{1}{2} \{ \chi_{\alpha}^2 [n-1] + (n-1) \cdot F_{\alpha} \times \\ \times [n-1, (m-1)(n-1)] \},$$

де  $\chi_{\alpha}^2 [n-1]$  — верхня  $\alpha$ -процентна точка  $\chi^2$  — розподілення з  $f=n-1$  степенями свободи за табл. 8 [2];

$F_{\alpha}[n-1, (m-1)(n-1)]$  — верхня  $\alpha$ -процентна точка  $F$ -розподілення Фішера з  $n-1$  ступенями свободи чисельника та  $(m-1)(n-1)$  ступенями свободи знаменника за табл. 9 [2]:  $F_{0,05} = 9,96$ ;

$$F_{0,05}^{III} = 13,05; \quad F_{0,05}^{VI} = 11,46; \quad F_{0,05}^{VII} = 8,29.$$

Тому що обчислені показники  $I$  для чотирьох груп (I, II, VI, VII) перевищують визначене табличне значення  $F_{\alpha}$ , прийнята гіпотеза про узгодженість експертних ранжирувань.

Таблиця 3

Показники для доведення узгодженості думок експертів по групі ФДФ

		Фактори									
		$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$
$R_j$	3,04	2,71	3,96	8,42	6,46	7,33	5,79	4,04	5,00	10,25	8,96
$V_j$	3,43	2,66	2,98	3,49	5,57	3,46	9,02	6,16	3,68	0,52	6,29
$V_j^2$	11,77	7,08	8,88	12,18	31,02	11,97	81,36	37,95	13,51	0,27	39,56

Для доведення гіпотези про узгодженість думок експертів щодо ранжирування групи ФДФ у зв'язку з тим, що  $n > 8$  і  $m = 12$ , показники  $\bar{R}_j$ ,  $V_j$ ,  $L$ ,  $f$  (табл. 3) дістають за формулами

$$\bar{R}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_{ij}$$

$$V_j = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (R_{ij} - \bar{R}_j)^2; \quad j = 1, \dots, n;$$

$$L = (m-1) \sum_{j=1}^n V_j, \quad L = 519,86;$$

$$\hat{f} = \frac{L^2}{(m-1) \sum_{j=1}^n V_j^2} = (m-1), \quad \hat{f} = 85,14$$

За таблицею додатку 9 [2] знаходимо  $F_{\alpha}[n-1; \hat{f}]$  де  $\hat{f}$  — відкрито-ректоване число ступенів свободи:

$$F_{0,05}[10, 85, 14] = 1,91; \quad F_{III} = 16,33.$$

Враховуючи, що  $F_{III} > F_{\alpha}[n-1; \hat{f}]$ , прийнята гіпотеза про узгодженість тверджень експертів.

Узагальнену думку експертів по кожній групі показників визначали у вигляді ранжирування сум рангів (табл. 2) і будували діаграми рангів. Аналіз показав, що перевага одних факторів над іншими незначна. Для визначення дійсного впливу факторів обробку результатів у кожній групі проводили методом парних порівнянь. На базі матриць парних порівнянь

сформовані загальні матриці для кожної групи. Перевірку узгодженості результатів парних порівнянь проводили, порівнюючи одержані значення статистики  $D_T$  з  $\chi^2[n-1]$ , де  $\chi^2[n-1]$  — верхня критична ( $\alpha$ -процентна) точка на рівні значущості  $\alpha$ .  $\chi^2$  — розподілення з  $n-1$  ступенем свободи (додаток 8 [2]);

$$D_T = \frac{4}{m \cdot n} \sum_{j=1}^n (a_{j \cdot} - \bar{a})^2,$$

$a_{j \cdot} = \sum_{k=1}^n a_{jk}$  — загальне число випадків переваги  $j$ -го фактора перед іншими;

$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{j \cdot}$  — середнє значення з  $a_1$ ;  $a_2$ ;  $a_n$ . (тут крапка вказує сумування за індексом, який вона заміняє);

$$D_{T\text{I}} = 30,05; \quad D_{T\text{II}} = 61,85; \quad D_{T\text{III}} = 293,54; \quad D_{T\text{IV}} = 5,05;$$

$$D_{T\text{V}} = 7,62; \quad D_{T\text{VI}} = 38,29; \quad D_{T\text{VII}} = 15,23; \quad \chi^2_5 [5-1]_{\text{I}} =$$

$$= 9,488; \quad \chi^2_7 [7-1]_{\text{II}} = 12,592; \quad \chi^2_{11} [11-1]_{\text{III}} = 18,307;$$

$$\chi^2_3 [3-1]_{\text{IV,V}} = 4,605; \quad \chi^2_6 [6-1]_{\text{VI}} = 11,071; \quad \chi^2_4 [4-1]_{\text{VII}} = 7,815.$$

Аналіз отриманих результатів (у всіх випадках  $D_T > \chi^2[n-1]$ ) дав змогу прийняти рішення про узгодженість результатів парних порівнянь експертів. Узагальнені висновки групи експертів зведені в табл. 4:

$$a_{j \cdot}^* = \frac{a_{j \cdot}}{a_{j \cdot} + a_{\cdot k}}$$

де  $a_{\cdot k} = \sum_{j=1}^n a_{jk}$  — загальне число випадків переваги  $k$ -го фактора перед іншими.

Виходячи з результатів ранжирування узагальненої думки експертів, можна зробити висновок про дійсний вплив факторів на якість ілюстраційного друку з ФДФ способом високого офсету:

I група —  $x_4 > x_1 > x_2 > x_5 > x_3$ ;

II група —  $x_4 > x_1 > x_2 > x_5 > x_3 > x_7 > x_6$ ;

III група —  $x_2 > x_1 > x_3 > x_8 > x_9 > x_7 > x_5 > x_6 > x_4 > x_{11} > x_{10}$ ;

IV група —  $x_2 > x_3 > x_1$ ;

V група —  $x_1 > x_2 > x_3$ ;

VI група —  $x_1 > x_3 > x_6 > x_4 > x_2 > x_5$ ;

VII група —  $x_1 > x_4 > x_2 > x_3$ .

Таким чином, всі фактори у кожній групі розміщені в порядку зменшення їх впливу на якість друку, що дає змогу при проведенні експериментальних досліджень обмежитись найбільш важливими.

Таблиця 4

## Узагальнені висновки групи експертів

I група			II група			III група			IV група			V група			VI група			VII група		
$x$	$a_j^*$	підсумковий ранг	$x$	$a_j^*$	підсумковий ранг	$x$	$a_j^*$	підсумковий ранг	$x$	$a_j^*$	підсумковий ранг	$x$	$a_j^*$	підсумковий ранг	$x$	$a_j^*$	підсумковий ранг	$x$	$a_j^*$	підсумковий ранг
$x_1$	0,30	2	$x_1$	0,30	2	$x_1$	0,16	2	$x_1$	0,66	3	$x_1$	0,22	1	$x_1$	0,21	1	$x_1$	0,22	1
$x_2$	0,61	3	$x_2$	0,46	3	$x_2$	0,14	1	$x_2$	0,33	1	$x_2$	0,58	2	$x_2$	0,71	5	$x_2$	0,51	3
$x_3$	0,75	5	$x_3$	0,51	5	$x_3$	0,25	3	$x_3$	0,43	2	$x_3$	0,60	3	$x_3$	0,36	2	$x_3$	0,81	4
$x_4$	0,20	1	$x_4$	0,20	1	$x_4$	0,76	9							$x_4$	0,60	4	$x_4$	0,44	2
$x_5$	0,66	4	$x_5$	0,49	4	$x_5$	0,56	7							$x_5$	0,76	6			
			$x_6$	0,88	7	$x_6$	0,63	8							$x_6$	0,36	2			
			$x_7$	0,66	6	$x_7$	0,47	6												
						$x_8$	0,31	4												
						$x_9$	0,39	5												
						$x_{10}$	0,91	11												
						$x_{11}$	0,80	10												

1. *Германис Э.* Справочная книга технолога-полиграфиста. М., 1982.
2. ГОСТ 23554.2—81. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. М., 1981.
3. *Мартынюк А. Т., Козаровицкий Л. А.* Исследование механизма воспроизведения изображения в офсетной глубокой печати // Тр. ВНИИполиграфмаш А.; 1978, № 28. С. 31—43.
4. *Рудницкий М. С., Золотухин А. В.* Типоофсет — возможности и перспективы. Полиграфия, 1978. № 6. С. 13—15.
5. *Шамонова В. И.* Технологические условия печатания с гибких форм на листовых ротационных машинах // Тр. ВНИИполиграфии. 1970. № 20. С. 51—62.

Стаття надійшла до редколегії 15.06.88

---