

Якаўлеў М. К., дацэнт

## УДАСКАНАЛЕННЕ КАНТРОЛЮ ЯКАСЦІ РАСТРАВАГА ПРАЦЭСУ ПАЛІГРАФІЧНАГА УЗНАЎЛЕННЯ

Densitometric control of polygraphic reproduction raster processing technique using Murray&Davis and of the Yule&Nielsen formulas.

Якасць паліграфічнай прадукцыі ва ўмовах рынкавай эканомікі адыгрывае вызначальную ролю. Высокая якасць друкаванай прадукцыі дазваляе павялічыць яе канкурэнтаздольнасць, замацаваць пазіцыі тыпаграфіі на рынку паліграфічных паслуг і стварыць тэхналагічныя перадумовы для эфектыўнай камерцыйнай дзейнасці прадпрыемства. Вядома, што паліграфічны тэхналагічны цыкл уключае комплексы разнастайных аперацый, аб'яднаных у дадрукарскія, друкарскія і паслядрукарскія працэсы.

Якасць паліграфічнага рэпрадукавання фарміруецца ў дадрукарскім і друкарскім працэсах. Узнаўленне ускладняецца шэрагам фактараў, якія абумоўлены як аптычнымі і рэпрадукцыйна-тэхнічнымі ўласцівасцямі друкарскіх фарбаў, так і ўласцівасцямі паперы і самім спосабам утварэння шматфарбавых відарысаў, узасмапранікненнем фарбавых пластоў і г. д. Значную складанасць уносіць таксама растравы характар відарысаў у аўтатыпных відах друку.

У гэтых умовах прыярытэтным спосабам забеспячэння высокай якасці друкаванай прадукцыі служыць інструментальны кантроль якасці ўзнаўлення на кожнай аперацыі тэхналагічнага цыкла. Інструментальны кантроль дае аб'ектыўную інфармацыю, што дазваляе аперацыйна вызначаць прычыны зніжэння якасці, унікнуць браку, а фактары, якія аб'ектыўна немагчыма ліквідаваць, — трымаць пад кантролем у неабходных межах.

Патрабаванні інструментальнага кантролю распаўсюджваюцца найперш на арыгіналы для паліграфічнага рэпрадукавання і штрыхавыя і растравыя фотаформы, якія вырабляюць у плоскім афсетным, высокім і флексадруку [1]. Якасць арыгіналаў павінна адпавядаць патрабаванням галіновага стандарту, якасць фотаформаў — патрабаванням тэхналагічных інструкцый на працэсы высокага, афсетнага і флексаграфскага друку.

Эфектыўным відам інструментальнага кантролю паліграфічнага ўзнаўлення служыць дэнсіметрычны кантроль. Друкарні, якія ў поўнай меры выкарыстоўваюць інструментальны кантроль у дадрукарскім працэсе, уключаючы прыёмку выяўленчых арыгіналаў і выраб фотаформаў, тыражнага і пробнага друку, маюць бяспрэчны перавагі перад канкурэнтамі ў якасці і тэрмінах выканання заказаў на выпуск друкарскай прадукцыі.

Дэнсіметрычны кантроль растравых відарысаў грунтуецца на вядомай формуле Муры — Дэвіса:

$$D^V = -\lg[S^{\Phi\Phi} \times 10^{-D_{\Phi}} + (1 - S^{\Phi\Phi}) \times 10^{-D_n}], \quad (1)$$

дзе  $D^V$  — візуальная шчыльнасць участка растравага відарыса;

$S^{\Phi\Phi}$  — доля плошчы, занятай растравымі кропкамі;

$D_{\Phi}$  — аптычная шчыльнасць плашкі;

$D_n$  — аптычная шчыльнасць падкладкі.

Адсюль вызначаецца адносны памер растравай кропкі:

$$S^{\Phi\Phi} = \frac{10^{-D^V} - 10^{-D_n}}{10^{-D_{\Phi}} - 10^{-D_n}} \times 100, \% . \quad (2)$$

Формулы (1)–(2) справядлівыя для растравых фотоформаў, друкарскіх формаў і адбіткаў і шырока выкарыстоўваюцца ў дэнсіметрычным кантролі якасці растравага ўзнаўлення.

Адным з найважнейшых элементаў кантролю якасці растравага колера- і градацыйнага ўзнаўлення служыць кантроль расцскання растравай кропкі на друкарскіх адбітках [2]. Расцсканне аперацыйна кантралюецца шляхам вымярэння палёў шкалы, якія ўтрымліваюць палі 40%-нага і 80%-нага растравых тонаў. Кантроль расцскання заснаваны на вымярэнні адноснага памеру растравых кропак паводле формулы (2).

У чатырохфарбавым друку істотнае значэнне мае кантроль пераносу фарбаў або трэпінгу. Для кантролю фарбапераносу выкарыстоўваюць шкалы, на палях якіх атрымліваюць бінарныя колеры. У якасці колькаснага выразу трэпінгу найчасцей ужываюць формулу Прусела:

$$S_P = \frac{D_{\Sigma} - D_1}{D_2} \times 100, \% , \quad (3)$$

дзе  $D_{\Sigma}$  — аптычная шчыльнасць поля бінарнага накладання;

$D_1$  — аптычная шчыльнасць плашкі ніжняй фарбы;

$D_2$  — аптычная шчыльнасць плашкі верхняй фарбы.

Нізкае значэнне трэпінгу фарбаў сведчыць пра някасную колераперадачу бінарных і памятных колераў.

Распаўсюджаным дэфектам афсетнага друку з'яўляецца скажэнне або страта градацыі ў цэнях растравага адбітка. Гэта можа адбыцца, у прыватнасці, у выпадку павелічэння падачы фарбы. Якасць колеравай перадачы ў цэнях ацэньваюць адносным кантрастам друку:

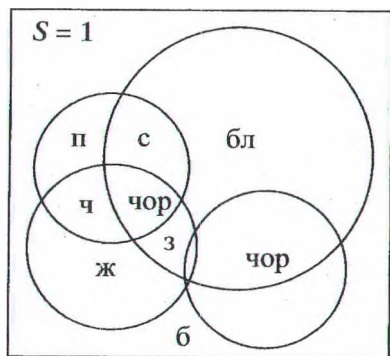
$$C = \frac{D_{\phi} - D^V}{D_{\phi}} \times 100, \% \quad (4)$$

дзе  $D_{\phi}$  — аптычная шчыльнасць плашкі;

$D^V$  — візуальная шчыльнасць растравага поля шкалы.

Для разліку кантрасту друку вымяраюць занальныя аптычныя шчыльнасці трыядных фарбаў 100%-ных і 80%-ных растравых палёў шкалы аператыўнага кантролю. Існуюць пэўныя рэкамендацыі на велічыні трэпінгу фарбаў і кантрасту ў залежнасці ад умоваў друку.

У агульным выпадку колер на растравым адбітку ўтвараецца шляхам чатырохфарбавага аўтатыпнага сінтэзу. У чатырохфарбавым друку элементарнымі будуць наступныя колеры: блакітны (бл), пурпуровы (п), жоўты (ж) — асноўныя колеры субтрактыўнага сінтэзу, дзвюхфарбавыя накладанні (бінары) — чырвоны (ч), зялёны (з), сіні (с), утвораныя трыяднымі фарбамі, а таксама чорны (чор) колер і белы колер паперы (б) (рыс. 1).



Рыс. 1. Элементарныя колеры аўтатыпнага сінтэзу

Пры перакрыцці растравых кропак на чатырохфарбавым адбітку адносныя плошчы, занятыя імі, памяншаюцца, што мае імаверны характар. Для разліку велічыняў адносных плошчаў можна выкарыстаць так званыя формулы Дэмішэля [3].

Паводле формул Дэмішэля, адносныя плошчы, утвораныя асноўнымі колерамі аўтатыпнага сінтэзу, маюць наступныя значэнні:

для блакітнага колеру

$$Q^{\text{бл}} = S^{\text{бл}}(1 - S^{\text{п}})(1 - S^{\text{ж}})(1 - S^{\text{чор}});$$

для пурпуровага колеру

$$Q^{\text{п}} = (1 - S^{\text{бл}})S^{\text{п}}(1 - S^{\text{ж}})(1 - S^{\text{чор}});$$

для жоўтага колеру

$$Q^{\text{ж}} = (1 - S^{\text{бл}})(1 - S^{\text{п}})S^{\text{ж}}(1 - S^{\text{чор}});$$

для чырвонага колеру

$$Q^{\text{чыр}} = (1 - S^{\text{бл}})S^{\text{п}}S^{\text{ж}}(1 - S^{\text{чор}});$$

для зялёнага колеру

$$Q^{\text{з}} = S^{\text{бл}}S^{\text{п}}(1 - S^{\text{ж}})(1 - S^{\text{чор}});$$

для сіняга колеру

$$Q^{\text{с}} = S^{\text{бл}}S^{\text{п}}(1 - S^{\text{ж}})(1 - S^{\text{чор}});$$

для белага колеру паперы

$$Q^{\text{б}} = (1 - S^{\text{бл}})(1 - S^{\text{п}})(1 - S^{\text{ж}})(1 - S^{\text{чор}});$$

для чорнага колеру

$$Q^{\text{чор}} = 1 - Q^{\text{бл}} - Q^{\text{п}} - Q^{\text{ж}} - Q^{\text{чыр}} - Q^{\text{з}} - Q^{\text{с}} - Q^{\text{б}},$$

дзе  $S^{\text{бл}}$  — доля плошчы, занятай на адбітку растравымі кропкамі блакітнай фарбы;

$S^{\text{п}}$  — доля плошчы, занятай на адбітку растравымі кропкамі пурпуровай фарбы;

$S^{\text{ж}}$  — доля плошчы, занятай на адбітку растравымі кропкамі жоўтай фарбы;

$S^{\text{чор}}$  — доля плошчы, занятай на адбітку растравымі кропкамі чорнай фарбы.

Падсумоўваючы светлавыя плыні, адбітыя участкамі элементарных колераў чатырохфарбавага адбітка, можна атрымаць занальныя аптычныя шчыльнасці ўчастка чатырохфарбавага растравага адбітка, якія выражаюцца формулай, аналагічнай формуле Мурэя — Дэвіса:

$$D_i^V = -\lg[Q^{\text{бл}} \times 10^{-D_i^{\text{бл}}} + Q^{\text{п}} \times 10^{-D_i^{\text{п}}} + Q^{\text{ж}} \times 10^{-D_i^{\text{ж}}} + Q^{\text{ч}} \times 10^{-D_i^{\text{ч}}} + Q^{\text{з}} \times 10^{-D_i^{\text{з}}} + Q^{\text{с}} \times 10^{-D_i^{\text{с}}} + Q^{\text{б}} \times 10^{-D_i^{\text{б}}} + Q^{\text{чор}} \times 10^{-D_i^{\text{чор}}}] \quad (5)$$

дзе  $i$  — індэкс, які адпавядае занальным шчыльнасцям участка адбітка для чырвонай, зялёнай і сіняй зонаў спектра.

Такім чынам, выкарыстанне формулы Мурэя — Дэвіса (1) дазваляе праводзіць поўны дэнсітаметрычны кантроль якасці растравага ўзнаўлення. Эксперыменты пацвярджаюць яе дастатковую дакладнасць для фотаформаў і адбіткаў. Для друкарскіх формаў, у прыватнасці монаметалічных формаў афсетнага друку, ужыванне формулы Мурэя — Дэвіса не заўсёды дае вынікі, якія адпавядаюць сапраўднасці. Гэта звязана з нераўнамерным фарбаваннем капіравальнага пласта, нестандартнымі ўласцівасцямі формнай падкладкі і інш. Наогул, аптычная шчыльнасць на друкарскіх формах не з'яўляецца тэхнічным паказчыкам, які падлягае кантролю.

З гэтых прычынаў для вымярэння памераў растравых кропак на афсетных формах ужываюць прылады, якія працуюць паводле геаметрычных, а не дэнсітаметрычных законаў.

Для ўліку з'яваў, якія ўзнікаюць на друкарскім адбітку, Юла і Нільсен увялі ў формулу (1) эмпірычны каэфіцыент  $N$ :

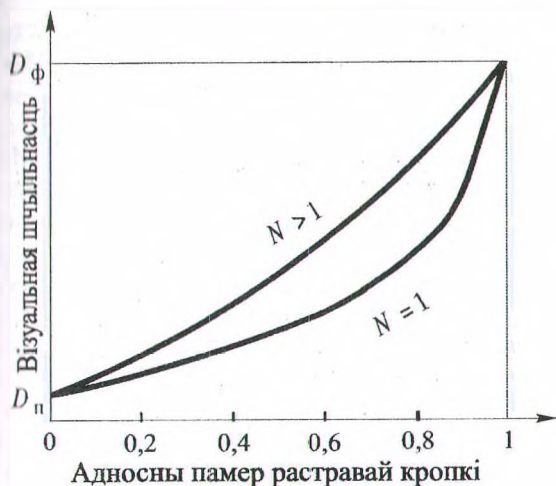
$$D^y = -N \lg \left[ S^{\Phi\Phi} \times 10^{-\frac{D_{\Phi}}{N}} + (1 - S^{\Phi\Phi}) \times 10^{-\frac{D_{\Pi}}{N}} \right], \quad (6)$$

дзе  $S^{\Phi\Phi}$  — доля плошчы, занятай растравымі кропкамі на фотаформе;

$D_{\Phi}$  — аптычная шчыльнасць плашкі;

$D_{\Pi}$  — аптычная шчыльнасць падкладкі.

Градацыйныя крывыя, пабудаваныя паводле формулаў Мурэя — Дэвіса і Юла — Нільсена, маюць выгляд, прыведзены на рыс. 2.



Рыс. 2. Градацыйныя крывыя Юла — Нільсена ( $N > 1$ ) і Мурэя — Дэвіса ( $N = 1$ )

З формулы Юла — Нільсена (6) відавочным чынам вызначаецца памер растравой кропкі на фотаформе:

$$S^{\Phi\Phi} = \frac{10^{-\frac{D^y}{N}} - 10^{-\frac{D_{\Pi}}{N}}}{10^{-\frac{D_{\Phi}}{N}} - 10^{-\frac{D_{\Pi}}{N}}} \times 100, \% \quad (7)$$

Паводле літаратурных звестак значэнне каэфіцыента Юла — Нільсена складае  $N = 1-3$ , прычым для крэйдавых папераў рэкамендуецца  $N = 2-2,5$ .

Відавочна, што для практычнага выкарыстання формулы Юла — Нільсена неабходна дакладнае вызначэнне каэфіцыента  $N$  для розных умоў друкарскага працэсу.

Калі ў выраз для расціскання растравой кропкі

$$\Delta S = S^{\text{адб}} - S^{\Phi\Phi}, \%, \quad (8)$$

падставіць выразы для  $S^{\text{адб}}$  і  $S^{\Phi\Phi}$  з формул адпаведна (2) і (7), то атрымаем формулу, якая звязвае каэфіцыент Юла — Нільсена з велічыняй расціскання растравой кропкі:

$$\Delta S = \left( \frac{10^{-D^y} - 10^{-D_{\Pi}}}{10^{-D_{\Phi}} - 10^{-D_{\Pi}}} - \frac{10^{-\frac{D^y}{N}} - 10^{-\frac{D_{\Pi}}{N}}}{10^{-\frac{D_{\Phi}}{N}} - 10^{-\frac{D_{\Pi}}{N}}} \right) \times 100, \% \quad (9)$$

Як вядома, значэнні аптычных шчыльнасцяў і расціскання трыядных фарбаў для працэсаў плоскага афсетнага друку рэгламентуюцца стандартам ISO 12647-2 (1996 г.). На падставе гэтых звестак рашэнне раўнання (9) лікавымі метадамі дазваляе вызначыць значэнні каэфіцыента Юла — Нільсена [4].

У табл. [4] прыведзены інтэрвалы значэнняў каэфіцыентаў Юла — Нільсена для 40%-ных і 80%-ных растравых тонаў — палёў, паводле якіх звычайна праводзяць аператыўны кантроль расціскання ў друкарскім працэсе.

Табліца

Каэфіцыенты Юла — Нільсена друкарскіх папераў

Тып паперы	Фарба	Шчыльнасць плашкі	$D_{40}^y$	$D_{80}^y$	$N$ для 40%-ных палёў	$N$ для 80%-ных палёў
Глянцавая мелававая чыстацэлюлозная	Блакітная	1,45–1,65	0,30–0,38	0,85–1,15	1,51–2,50	1,44–3,55
	Пурпуровая	1,40–1,60	0,31–0,38	0,84–1,13	1,60–2,63	1,56–3,74
	Жоўтая	1,35–1,55	0,30–0,38	0,82–1,11	1,55–2,80	1,69–4,00
	Чорная	1,75–1,95	0,34–0,42	0,94–1,29	1,68–2,51	1,53–5,82
Глянцавая мелававая	Блакітная	1,35–1,55	0,30–0,38	0,82–1,11	1,55–2,80	2,65–3,99
	Пурпуровая	1,30–1,50	0,30–0,38	0,81–1,10	1,58–3,02	1,43–4,74
	Жоўтая	1,15–1,35	0,29–0,27	0,76–1,03	1,58–3,78	1,40–7,17
	Чорная	1,775–1,975	0,34–0,42	0,94–1,30	1,67–2,48	1,52–5,53
Немелававая	Блакітная	0,85–1,15	0,30–0,41	0,66–1,01	1,99–7,04	1,25–6,89
	Пурпуровая	0,80–1,10	0,29–0,41	0,63–0,97	1,93–10,8	1,19–11,1
	Жоўтая	0,80–1,10	0,29–0,41	0,63–0,97	1,93–10,8	1,19–11,1
	Чорная	1,675–1,975	0,40–0,46	0,96–1,39	2,11–3,26	1,81–4,50

Аналіз звестак таблиці показує, што велічыня каэфіцыента Юла — Нільсена для кожнай з трыядных фарбаў залежыць не толькі ад умоваў друку, найперш тыпу паперы, аптычнай шчыльнасці трыядных фарбаў на плашцы і велічыні расціскання, але і ад адноснага памеру растравых кропак на фотаформах.

Складаючы светлавая плыні, атрыманыя ад участкаў элементарных колераў аўтатыпнага чатырохфарбавага адбітка, можна запісаць формулу Юла — Нільсена для заналяных шчыльнасцяў:

$$D_i^V = -N_i \lg \left[ Q^{\text{бл}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{бл}}}{N_{\text{бл}}}} + Q^{\text{п}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{п}}}{N_{\text{п}}}} + \right. \\ \left. + Q^{\text{ж}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{ж}}}{N_{\text{ж}}}} + Q^{\text{ч}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{ч}}}{N_{\text{ч}}}} + \right. \\ \left. + Q^{\text{з}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{з}}}{N_{\text{з}}}} + Q^{\text{с}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{с}}}{N_{\text{с}}}} + \right. \\ \left. + Q^{\text{чор}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{чор}}}{N_{\text{чор}}}} + Q^{\text{б}} \times 10^{-\frac{D_i^{\text{б}}}{N_i}} \right], \quad (10)$$

дзе  $N_i$  — сярэднія значэнні каэфіцыентаў Юла — Нільсена, вымераных для блакітнай, пурпуровай, жоўтай і чорнай фарбаў;

$N_{\text{бл}}, N_{\text{п}}, N_{\text{ж}}, N_{\text{чор}}$  — каэфіцыенты Юла — Нільсена адпаведна для блакітнай, пурпуровай, жоўтай і чорнай фарбаў;

$N_{\text{ч}}, N_{\text{з}}, N_{\text{с}}$  — функцыі, якія задаюць значэнні каэфіцыентаў Юла — Нільсена адпаведна для чырвонага, зялёнага і сіняга бінараў.

Для практычнага выкарыстання формулы (10) лічбавыя функцыі  $N_{\text{ч}}, N_{\text{з}}, N_{\text{с}}$  падлягаюць вызначэнню.

Для разліку заналяных шчыльнасцяў адбітка паводле формулы (10) неабходна вымераць шчыльнасці фарбавых плашак  $D_i^J$  на адбітку і адносныя памеры растравых кропак  $S^J$  на фотаформах для блакітнай, пурпуровай, жоўтай і чорнай фарбаў.

Такім чынам, інструментальны кантроль у працэсе растравага рэпрадукавання, і у прыватнасці дэнсіметрычны кантроль з выкарыстаннем формул Мурэя — Дэвіса і Юла — Нільсена, дазваляе апэратыўна атрымаць аб'ектыўную інфармацыю аб якасці друкаванай прадукцыі і знізіць працэнт браку.

### Літаратура

1. Якаўлеў М. К., Залатар Я. А. Кантроль растравых фотаформаў // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — Вып. X. — 2002. — С. 43–47.
2. Якаўлеў М. К., Качаноўскі Д. М., Якаўлева Г. М. Лікавае мадэляванне расціскання афсетнага друку // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — Вып. XII. — 2004. — С. 47–50.
3. Шашлов Б. А. Цвет и цветовоспроизведение. — М.: МГАП «Мир книги», 1995. — 316 с.
4. Якаўлеў М. К., Качаноўскі Д. М. Разлік каэфіцыента Юла — Нільсена друкарскіх папераў // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — Вып. XI. — 2003. — С. 125–130.