

УДК 681.3.06

**ВПЛИВ РОЗМІРНОСТІ КОРОТКОЇ ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ НА НАФАРБЛЕННЯ РАСТРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КВАДРАТНОЇ ФОРМИ**

П. З. Курка

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, м. Львів, 79020, Україна*

*Розглядається задача побудови та аналізу характеристик нафарблення растрових елементів квадратної для коротких фарбодрукарських систем різної розмірності. Побудовано фоими симулятора нафарблення квадратної форми растра для 6-ї, 5-ї, 4-ї розмірності фарбодрукарського апарату, представлені результати комп'ютерного моделювання.*

**Ключові слова:** *анілокс, растр, моделювання, коротка фарбодрукарська система, нелінійність, растрування, симулятор.*

Постановка проблеми. Традиційні фарбові апарати офсетних друкарських машин дукторноножового типу мають складну конструкцію, велику кількість фарбових валиків і регулювальних гвинтів для зонального налагодження подачі фарби, вимагають складної багатоканальної системи автоматичного налагодження на заданий наклад. Тому західні фірми розробили нові конструкції фарбових апаратів офсетних машин на основі анілоксового вала, поверхня якого містить дрібні растрові комірки, що наповнюються фарбою, яка подається у фарбову систему[1]. Ці апарати є значно простіші за традиційні і мають тільки 3-5 фарбових валиків, тому їх назвали короткі фарбові апарати[2].

Вони не мають механізмів для регулювання зональної подачі фарби, тому не в повній мірі забезпечують рівномірність покриття фарбою растрового зображення на всьому інтервалі тоновідтворення від яскравих ділянок зображення до тіней, що є основною причиною погіршення якості відбитків[1]. Експериментальні дослідження є надто дорогими і затратними в часі, тому виникає актуальна проблема дослідження тонопередачі коротких фарбодрукарських систем.

Мета статті. Опрацювати математичну модель автотипії растрового елемента квадратної форми для короткої фарбодрукарської системи різної розмірності. Побудувати і проаналізувати характеристики нафарблення для різних розмірностей фарбового апарату на заданому інтервалі тонопередачі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Короткі фарбодрукарські системи були введені відносно для офсетного друку. Існує багато варіантів побудови фарбового апарату, однак, мало досліджень процесів, які протікають в них. Зокрема, в роботі [3] побудована математична модель короткої фарбодрукарської системи, на основі якої визначена статична похибка відхилення товщини фарби при відтворенні растрової шкали залежно від параметрів і порядку системи. Встановлено, що статична похибка на всьому інтервалі тоновідтворення

для системи четвертого порядку знаходиться в межах  $[6,649 <\delta < - 8,572] \%$ , яка є близька за технологічними вимогами до книжково-журнальної продукції. У роботі [4] побудовано характеристики покриття фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури для різного ступеня заповнення форми друкувальними елементами і встановлено, що точність покриття растрових відбитків знаходиться в межах  $\pm(10\div 30)\%$  [6]. У роботі [4] досліджувалось нафарблення растрових елементів різних форм для заданих параметрів подачі фарби, встановлено, що відхилення від лінійності може змінюватись від  $\pm(10\div 25)\%$ , що зміна подачі фарби значно спотворює характеристики нафарблення, особливо в тінях. Отже, Актуальною задачею є побудова і аналіз характеристику нафарблення для коротких фарбодрукарських систем різної розмірності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Один із важливих етапів відтворення растрового зображення є покриття растрових елементів шаром фарби за умови, що керуючий вплив здійснюється зміною подання кількості фарби на поверхню елемента. Для побудови математичної моделі нафарблення растрових елементів приймаємо наступні припущення: управляючим впливом (вхідною змінною) при раструванні є геометричні розміри елемента, вихідною змінною є площа растрового елемента, яка є носієм інформації, товщина шару фарби, яка передається на поверхню растрових елементів змінюється за наперед відомим законом, не враховуємо технологічні впливи і дії на нафарблення. При таких припущеннях відтворення півтонів при нафарбленні забезпечує так звана автотипія – спосіб передачі півтонів зміною кількості фарби на растрових елементах. Відповідно до тону змінюється площа растрового елемента і товщина шару фарби на її поверхні [5].

Якщо відома модель процесу растрування і відома товщина шару фарби на поверхні растрового елемента, тоді за аналогією модуляції електричних сигналів опрацьована загальна схема моделі нафарблення растрових елементів квадратної форми для короткої фарбодрукарської системи, яка подана на рис. 1 [6].



Рис. 1. Схема моделі нафарблення растрових елементів

Процес нафарблення растрових елементів описує залежність кількості фарби на поверхні растрових елементів, описується виразом

$$V(x, L) = S(x, L) \times H(x) \quad (1)$$

де  $S(x, L)$  – площа растрового елемента, – просторова змінна, яка описує геометричні розміри елемента, що відповідають тону зображення,  $H(x)$  – товщина фарби на растровому елементі,  $L$  – лініатура растра.

Враховуючи викладене, розглянемо схему короткої фарбодрукарської системи послідовної структури, для довільного числа фарбових валиків, схема якої зображена на рис. 2.

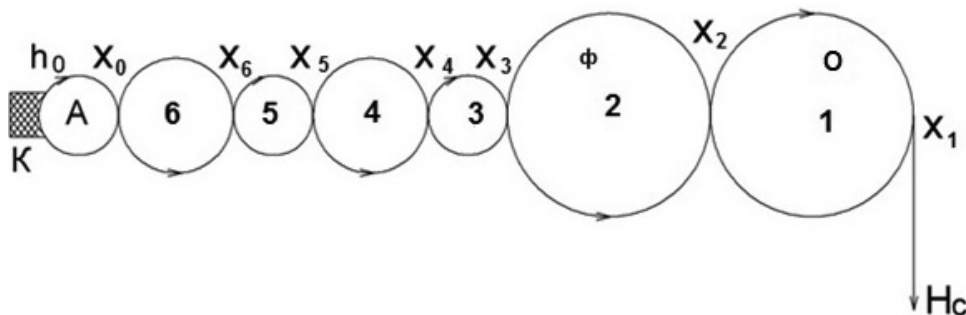


Рис. 2. Схема короткої фарбодрукарської системи послідовної структури

Фарба знаходиться у замкнутій камері К і під тиском заповнює дрібні растрові комірки на поверхні растрового циліндра А (анілокса). Надлишок фарби згортається з поверхні циліндра ракелем, а рівномірний дозований фарбовий шар подається на перший фарбовий валик і послідовно розкочується. Останній валик накочує фарбу на друкарську форму Ф і покриває форму з якої фарбове зображення переноситься на проміжний офсетний циліндр О і передається на задруковуваний матеріал. Частина фарби, яка не сприйнялася формою і не передалася на задруковуваний матеріал повертається назад і створює зворотній потік фарби, який через растровий циліндр повертається назад до фарбової камери. Друга частина зворотнього потоку фарби через зону контакту з растровим циліндром знову подається у фарбову систему. Отже, у короткій фарбодрукарській системі відбувається інтенсивна циркуляція і змішування прямих і зворотних потоків фарби, тому при малій кількості фарбових валиків створюються потрібні реологічні властивості фарби, яка краще накочується на растрові друкувальні елементи і покращує якість відбитків. На основі відомих співвідношень у фарбодрукарських системах в усталеному режимі роботи, прийнятих припущень відповідно до рис.2 складемо систему рівнянь[3].

$$\begin{aligned}
 x_0 &= H_0 + \gamma_6 x_6 \\
 l_0 &= \gamma_0 x_0 \\
 x_6 &= \alpha_6 x_0 + \gamma_5 x_5 \\
 x_5 &= \alpha_5 x_6 + \gamma_4 x_4 \\
 x_4 &= \alpha_4 x_5 + \gamma_3 x_3 \\
 x_3 &= \alpha_3 x_4 + \gamma_2 x_2 \\
 x_2 &= P_2 x_3 + \gamma_1 x_1 \\
 x_1 &= \alpha_1 x_2 \\
 H_a &= P_a x_1, \quad , \quad (2)
 \end{aligned}$$

де  $x_i$  – середнє значення товщини фарбового потоку в точках контакту фарбових валів, формного і офсетного циліндрів,  $H_0$  – товщина фарбового потоку

ку на вході системи,  $H_a$  – амплітудне значення товщини фарби на виході системи,  $l_0$  – товщина потоку, який повертається назад у фарбову камеру,  $\gamma_i$ ,  $\alpha_i$  – коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби,  $P_2, P_3$  – передачі модульованих і негованих потоків растровою друкарською формою,  $P_a$  – передача виходу моделі.

Передачі модульованих і негованих потоків визначається виразами

$$\begin{aligned} P_2 &= M\alpha_2P, \text{ якщо } 0 \leq \bar{p} \leq 1 \\ P_3 &= 1 - M\gamma_2P \text{ де } 0 \leq x \leq \end{aligned} \quad (3)$$

де  $M=1/$  – коефіцієнт масштабу, який залежить від лініатури растрування,  $P$  – ступінь покриття форми растровими елементами, –максимальне значення просторової змінної, яка залежить від лініатури і форми растрового елемента.

Передача виходу моделі

$$P_a = \frac{\beta}{M_x}, \text{ якщо } 0 \leq x \leq X_m, \quad (4)$$

де –коефіцієнт передачі фарби із офсетного циліндра на задрукований матеріал.

Для спрощення задачі визначення точності застосовуємо комп'ютерне симулювання. Для цього за системою рівнянь (2) побудовано граф фарбодрукарської системи, який зображений на рис. 3.

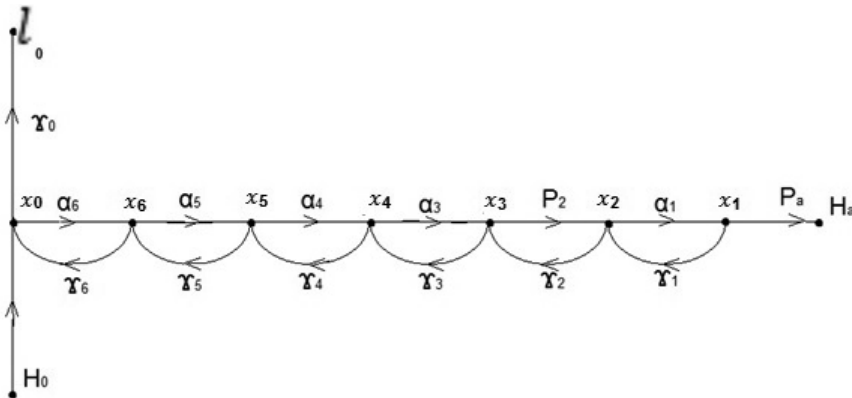


Рис. 3 Граф фарбодрукарської системи

Вершини графа позначені  $x_1 - x_{n-2}$  та  $y_1 - y_3$  – відповідають товщинам фарби у точках контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів,  $h_1, h_3$  – товщини шару фарби на вході системи і на зображенні. Дуги графа підпорядковані коефіцієнтам передачі прямих і зворотних потоків фарби, які позначені стрілками. У загальному випадку статична точність короткої фарбодрукарської

системи при відтворенні растрової шкали залежно від порядку і параметрів системи можна подати таким виразом

$$\Delta h = F(h_0, K_0 K_1, \alpha_i, \gamma_i, \beta, f(S)), \quad (5)$$

де  $F(\cdot)$  – шукана функція.

$$h_s = \frac{K_1 \beta \prod_{i=2}^{n-2} a_i}{\Delta_n} h_0. \quad (6)$$

Визначник графа  $\Delta h$  характеризує контурну частину графа і визначається безпосередньо за графом. На основі виразу (4) визначимо статичну похибку відхилення, товщини фарби на зображенні від заданого значення

$$\Delta h = \frac{K_1 \beta \prod_{i=2}^{n-2} a_i}{\Delta_n} h_0 - h_{zo}. \quad (7)$$

Далі використовуючи дані роботи [5, 6] процесу нафарблення растрового елемента квадратної форми. Побудуємо симулятор автотипної тонопередачі растрового елемента квадратної форми для системи шостої розмірності.

Відносна площа растрового елемента визначається за виразом

$$S = x^2 L^2, \text{ якщо } 0 \leq x \leq a \quad (8)$$

де  $L$  – лініатура.

Після підстановки виразу (6) у вираз (1) одержимо формулу нафарблення квадратного растрового елемента на повному інтервалі тонопередачі витрачену кількість фарби на елементах

$$V_a(x) = \frac{\prod_{i=1}^{m-1} \alpha_i P_2 P_a}{D_M} x^2 L^2 H_0 \quad (9)$$

Для спрощення і зручності порівняльного аналізу застосовують відносну кількість фарби

$$q = \frac{V(x, H)}{V_M} \quad (10)$$

де  $V_M$  – максимальне значення кількості фарби растрової комірки  $V_M = S_k H_0$ , де  $S_k$  – площа комірки,  $H_0$  – середнє або максимальне значення товщини шару фарби.

Залежно від мети дослідження можна застосовувати той чи інший вираз для визначення абсолютної чи відносної кількості фарби при нафарбленні растрових елементів.

$$q = \frac{H(x)x^2}{V_M} \text{ якщо } 0 \leq x \leq a \quad (11)$$

Вираз (7) математична модель нафарблення растрового елемента квадратної форми. Якщо у виразі (7) лінійно змінювати незалежну просторову змінну (керуючий вплив) у заданих межах для заданого значення товщини фарби, тоді за виразом можна розрахувати і побудувати характеристику нафарблення. Поставлену задачу будемо розв'язувати шляхом комп'ютерного моделювання застосувавши об'єктно-орієнтоване програмування у пакеті Simulink [6]. На основі виразу (7) опрацьована структурна схема імітаційної моделі нафарблення растрових елементів квадратної форми для фарбодрукарської системи шостого порядку у Simulink, яка подана на рис. 4.

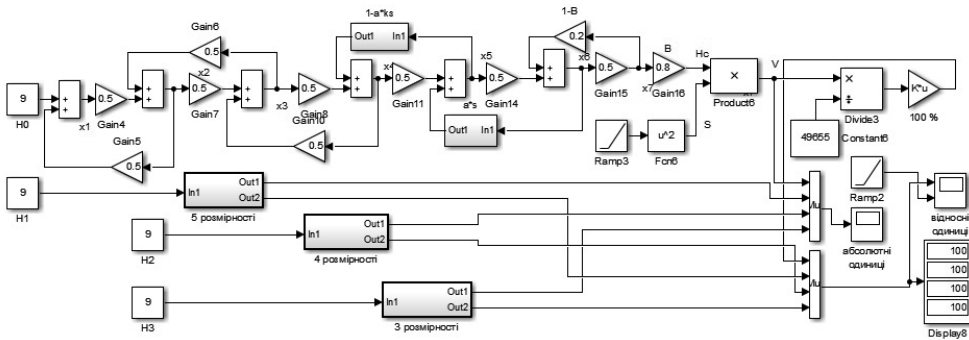


Рис.4. Симулятор нафарблення растрових елементів квадратної форми для фарбодрукарської системи шостого порядку

У верхній частині рисунка розташована розгорнута структурна схема моделі ФДС шостої розмірності вершинам графа відповідають блоки сумування, на вході яких додаються прямі і зворотні потоки фарби, а на їх виходах розділяються. Дугам графа відповідають блоки підсилення Gain, які задають коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби. Для спрощення схеми моделі інші системи розмірностей замасковано за допомогою блоків Subsystem [3]. У діалогових вікнах блоку обчислюється площа растрових елементів на різних діапазонах. Управляючий вплив створює блок Ramp, який генерує лінійну просторову змінну. Визначення кількості фарби на растровому елементі здійснюється у блоці множення, а кількість фарби у відносних одиницях здійснюється у блоках ділення Divide3 [7]. Встановлення заданого значення товщини фарби на вході моделі фарбодрукарської системи здійснюється за допомогою блока Constant. Візуалізація результатів симулювання здійснюється за допомогою блоків Scope і Display.

Метою імітаційного моделювання була побудова і дослідження характеристик нафарблення растрового елемента квадратної форми для різних розмірностей короткої фарбодрукарської системи послідовної структури. Результати імітаційного моделювання подані на рис. 5.

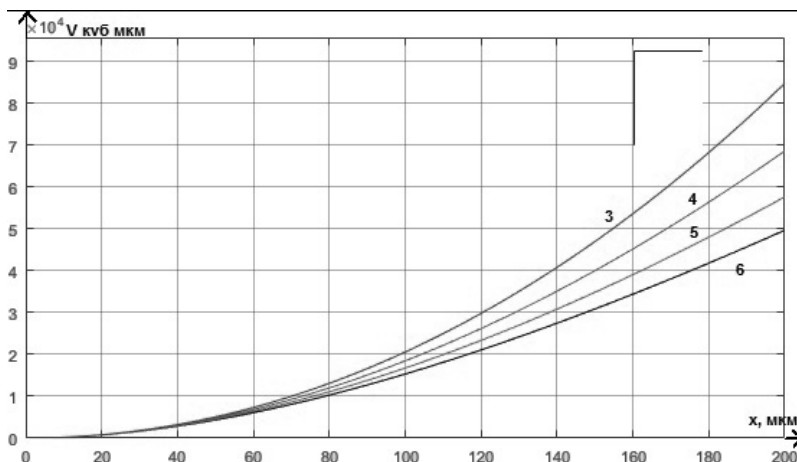


Рис. 5. Характеристики нафарблення растрового елемента квадратної форми для різних розмірностей фарбодрукарської системи послідовної структури

Характеристики є нелінійними, мають параболоїдальний вигляд, і мають значне відхилення в середніх тонах. В кінці діапазону тонопередачі доходять до номінального значення. Як видно з графіків зменшення розмірності фарбодрукарської системи послідовної структури приводить до збільшення передачі фарби на растровому відбитку, особливо в тінях в 1,5-2 рази.

Для спрощення представлення даних графіки характеристик нафарблення растрових елементів квадратної форми представлені у відносних одиницях рис. 6.

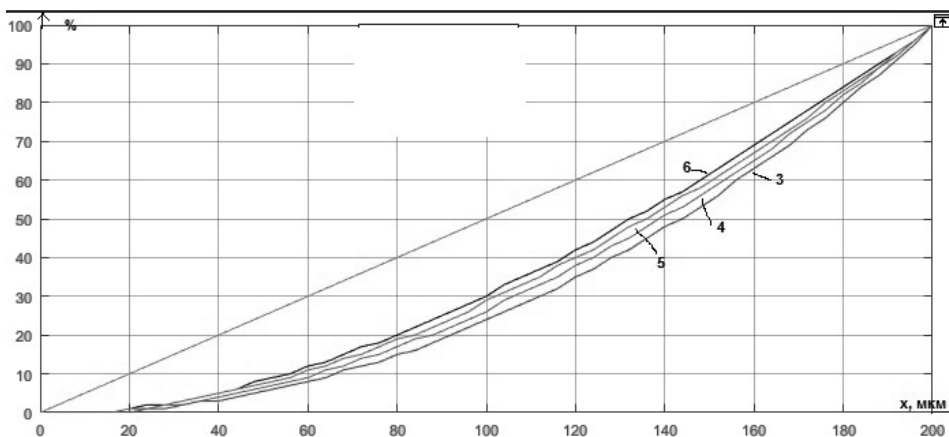


Рис. 6. Характеристики нафарблення у відсотках для 3, 4, 5, 6-ї розмірності фарбодрукарської системи послідовної структури

Відхилення від лінійності для короткої фарбодрукарської системи послідовної структури 6-ї розмірності становить від -12% в світлому діапазоні тонопередачі до -18% в середньому, для 5-ї розмірності в середніх тонах -20% і для 4-ї розмірності в світлих тонах -18% в середніх -25%.

Висновки. Розроблено імітаційну модель нафарблення растрових елементів для короткої фарбодрукарської системи послідовної структури шостої, п'ятої, четвертої розмірності, яка розраховує характеристики нафарблення у відносних та абсолютних одиницях. Розроблено структурну схему моделі в пакеті Simulink. Проаналізувавши результати дослідження доходимо висновку, що короткі фарбодрукарські системи послідовної структури різних розмірностей мають не лінійні характеристики нафарблення і чим менша розмірність системи, тим характеристика набуває більш опуклої форми, що засвітлює середні діапазони тонопередачі.

### Список використаних джерел

1. Лозовий П. І. Симулятор тонопередачі тонової шкали фарбодрукарської системи фірми КВА / П. І. Лозовий // Технологія і техніка друкарства : збірник наукових праць. – 2010. – Вип. 1(27). – С. 171–178. – Бібліогр.: 7 назв.
2. © М. Косик<sup>1</sup>, 2010 Побудова характеристики покриття зображення фарбою в короткій фарбодрукарській системі по-слідовно-паралельної структури// Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. – Львів, 2010. – Вип. . - С. 74-83.
3. Мусійовська М. М. Аналіз точності короткої фарбодрукарської системи послідовної структури залежно від її порядку / М. М. Мусійовська // Квалілогія книги. - 2010. - № 2. - С. 43-51. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk\\_2010\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk_2010_2_10).
4. Ярема С.М., Мамут Б.Г. Фарбові та зволожувальні апарати, ракельні та лакувальні пристрої друкарських машин//Київ: Університет «Україна», ХК «Бліц-Інформ», 2003 - 191 с.
5. Луцків М. Аналіз впливу варіації параметрів фарбодрукарської системи паралельної структури на точність передачі модульованих фарбових потоків / М. Луцків, М. Гладченко // Комп'ютерні технології друкарства. - 2015. - № 2. - С. 50-57.
6. Луцків М. Модель нафарблення растрових елементів круглої форми/Луцків М. М., Курка П. З.,//Комп'ютерні технології друкарства:Зб. Наук. праць.-Львів: УАД. 2015.-№33. С.108-115.
7. Луцків М.Модель нафарблення растрових елементів ромбічноїформи/Луцків М. М., Курка П. З.,//Комп'ютерні технології друкарства:Зб. Наук. праць.-Львів: УАД. 2015.-№(2)34. С.80-87.

### REFERENCES

1. Lozoviy P.I. (2010). Simulator tone reproduction farbodrukarskoyi tone scale of the firm CPA / P.I Lozoviy // Technology and Printing Technology: technologies. - Vol. 1 (27). - S. 171-178. - Ref. : 7 titles.(in Ukrainian).
2. © M. Kosyk<sup>1</sup>. (2010). Construction Specifications coating paint images in a short farbodrukarskiy system continue slidovno-parallel strukturyv // Computer Technology Printing: Coll. Science. pr. - Lviv, 2010. - Vol. . - P. 74-83. (in Ukrainian).
3. Musijovska M. M. (2010). Analysis of precision short farbodrukarskoyi system consistent structure depending on its order / M. M. Musijovska // Kvalilohiya book. - 2010. - № 2. - P. 43-51. - Access: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk_2_10). (in Ukrainian).
4. Yarema S.M., Mamut B.H. (2003). Ink and wetting aids, Coating and Wiping device presses // Kyiv University «Ukraine» НС «Blitz-Inform» - 191 p. (in Ukrainian).



5. Lutskiv M. (2015). Analysis of the impact of variation of parameters farbodrukarskoyi system of parallel structures on the accuracy modulated ink flow / M. Luskiv, M. Gladchenko // Computer technologies of printing. - № 2. - P. 50-57. (in Ukrainian).
6. M. Lutskiv (2015). Model of inking screen elements round shape / M. Luskiv, P. Kurka., // Computer Technology Printing: 3b. Science. Lviv labors: UAD works. -№33. S.108-115. (in Ukrainian).
7. Lutskiv M. (2015). Model of inking screen elements rombichnoyiformy / M. Lutskiv, P. Kurka ., // Computer Technology Printing: 3b. Science. Lviv labors: UAD works. -№ (2) 34. S.80-87. (in Ukrainian).

## UDC 681.3.06

### INFLUENCE OF THE SIZE OF THE SHORT INK-PRINTING SYSTEM ON INKING RASTER ELEMENTS OF SQUARE SHAPE

P. Z. Kurka

*Ukrainian Academy of Printing*  
*19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*  
*e-mail: petiaman@gmail.com*

*The problem of designing and analyzing the characteristics of inking the raster elements of square shape for short ink- printing systems of various size has been considered. The forms of the simulator for inking the square raster for 6th, 5th, 4th dimension of the ink-printing system have been constructed, the results of the computer simulation have been presented.*

**Key words:** *anilox, raster, modeling, short ink-printing system, nonlinearity, screening, simulator.*

*Стаття надійшла до редакції 14.02.2017*  
*Received 14.02.2017*