

Обумовлені таким чином рівні міжкомпонентної мережевої інфраструктури поліграфічного виробництва забезпечать гнучку конфігурацію середовища управління мережею. Окреслено основні задачі, які виникають у процесі проектування хмаринних інфраструктур.

Завдяки оригінальній структурі фрагмента мережевої хмаринної інфраструктури запропоновані підходи дають змогу реалізувати широкі функціональні можливості для створення спеціалізованих хмаринних систем та моделювання поліграфічних розподілених мереж.

1. Нерода Т. В. Информационная система поддержки образовательного процесса / Т. В. Нерода, Р. В. Олейник // Системы, методы, техника и технологии обработки медиаконтента : научно-техническая международная молодежная конференция. — М., 2011. — С. 206–214.
2. Олійник Р. В. Застосування технологій cloud computing для організації освітнього процесу / Р. В. Олійник // Педагогічні інновації у фаховій освіті : зб. наук. праць. — Ужгород, 2012. — № 3. — С. 301–306.
3. Олійник Р. В. Організація взаємодії даних у мережевій інфраструктурі комп'ютеризованої навчальної системи / Р. В. Олійник // Тези доповідей студентської науково-технічної конференції. — Львів : УАД, 2010. — С. 43.
4. John W. Cloud Computing Implementation, Management, and Security / W. John, F. James. — CRC Press, 2010. — 340 с.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫДЕЛЕННОГО ФРАГМЕНТА ОБЛАКА**

*Формализованы понятия и уложено структурную схему выделенного фрагмента облака. Выделены основные компоненты, обусловлено уровни межкомпонентного взаимодействия и построено оригинальную структуру выделенного фрагмента облака в территориально распределенной сетевой инфраструктуре полиграфического производства.*

## **DESIGNING A STATIC MODEL SELECTION CLOUDS**

*Formalized the concept and concluded diagram selection clouds. The basic components due mizhkomponentnoyi level of interaction and built the original structure selection in geographically distributed cloud network infrastructure printing production.*

УДК 681.624

**Л. В. Філь**

*Українська академія друкарства*

## **АНАЛІЗ НЕЛІНІЙНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК РАСТРУВАННЯ ДЛЯ ЕЛЕМЕНТА КВАДРАТНОЇ ФОРМИ**

*У статті аналізується вплив лініатури на нелінійність характеристик растрівання для растрового елемента квадратної форми та наведено результати комп'ютерного моделювання.*

**Ключові слова:** *растрівання, лініатура растра, нелінійність характеристик, відхилення характеристик растрівання, лінійність*

Впровадження інформаційних технологій у поліграфії кардинально змінило процеси підготовки тексту і зображень та виготовлення друкарських форм. На основі математичних методів і алгоритмів цифрової обробки зображень розроблено нові методи частотно-модульованого й стохастичного растрування [5, 8]. Основна їх перевага пов'язана з високою роздільною здатністю та відсутністю муару на багатофарбових відбитках. Однак унаслідок впливу різноманітних чинників такі растри також мають ряд недоліків і обмежень, їх застосування супроводжується негативними ефектами, яких не було при класичному раструванні.

Таким чином, класичний спосіб амплітудно-модульованого растрування не втратив своєї цінності й продовжує інтенсивно розвиватися, що й потребує поглиблення теоретичних і експериментальних досліджень у цьому напрямі [9].

Незалежно від типу і структури растрів, передача та відтворення інформації здійснюється шляхом нелінійної зміни відносної площі друкувального растрового елемента, акумульованої у певній геометричній формі. Подальший аналіз і розвиток традиційних та альтернативних методів растрування пов'язаний з вивченням впливу форми растрового елемента на характер і властивості тонопередачі.

Розглянутий у цьому контексті приклад аналізу нелінійності характеристик растрування для елемента квадратної форми при перетворенні півтонового зображення у растрове — актуальна задача для вдосконалення електронного растрування в процесі додрукарського виробництва.

Растрування — одна з найважливіших операцій на етапі підготовки зображення до друкування, від якої істотно залежить якість друкованих відбитків [1, 3, 6]. Методи растрування досягли належного рівня застосування й розвитку стосовно одночасної паралельної обробки зображень у апаратно залежних процесах фотохімічної обробки й у переважній більшості подані в літературі з додрукарського виробництва.

Сучасне удосконалення електронно-цифрового растрування при послідовній поелементній обробці зображень у апаратно незалежних процесах потребує математичного моделювання процесів растрування в контексті подальшого виготовлення растрових друкарських форм [4, 6–7, 10]. Необхідно зазначити, що для цього не є придатними розвинуті математичні методи обробки цифрових зображень у комп'ютерній графіці [2, 5], і це обумовлено складністю просторової дискретизації репродукційного процесу та наявністю різноманітних чинників, які впливають на якість відтворення ілюстрацій поліграфічними засобами.

Виробник систем *Стр* фірма *AGFA*, що на замовлення клієнтів інсталує альтернативну програму растрування *Sublima*, з допомогою спеціальних тестів проаналізувала недоліки сучасних алгоритмів і систем растрування при низьких і високих лінійатурах для різних видів растрування у світлих ділянках, півтонах і тінях, а також явища й ефекти, які при цьому виникають [9].

Результатом став висновок, що класичні й альтернативні методи растрування внаслідок тих чи інших причин мають ряд недоліків, які обмежують їх характеристики та можливості. Однією з головних причин появи недоліків альтернативних растрів можна вважати зміну структури класичного растра, внаслідок чого відсутня лініатура та кут нахилу, що істотно вплинуло на збільшення чутливості зору людини та появу нових ефектів растрування й помітність растра.

Метою роботи є аналіз впливу лініатури на лінійність характеристик растрування для елемента квадратної форми, що здійснюється шляхом комп'ютерного моделювання.

Отже, існують різні форми растрових елементів, які ще називають растровими точками. У класичних системах растрування основними формами растрових елементів є квадратна й округла. Для дослідження вибрано квадратну форму. Зазвичай растровий елемент розташовується в центрі растрової решітки, що має форму квадрата, розміри якого залежать від лініатури. В процесі растрування відбувається перетворення неперервного зображення (оригіналу) в дискретно-неперервне растрове, яке описується площиною растрового елемента.

Для побудови математичної моделі процесу растрування приймаємо такі основні припущення: початок відліку координати растрового елемента міститься в центрі растрової решітки; при раструванні змінюються геометричні величини квадратного елемента, які визначатимемо половиною сторони квадрата, довжина якої змінюється від нуля до розміру половини растрової решітки; вхідною змінною моделі процесу растрування є геометричний розмір елемента. За наведених умов встановимо площину квадратного растрового елемента з урахуванням зміни його геометричних розмірів

$$S_a = 4x^2 \quad \text{для } 0 \leq x \leq b_0, \quad (1)$$

де  $x$  — просторова змінна,  $b_0$  — половина геометричного розміру растрової решітки (елементарного квадрата).

Одержаний вираз виступає математичною моделлю процесу растрування для растрового елемента квадратної форми. Геометрична величина растрової комірки визначається через лініатуру растра

$$b_0 = \frac{1}{2L}, \quad (2)$$

де  $L$  — лініатура растра.

Якщо у виразі (1) лінійно змінювати незалежну змінну в заданих межах, можна обчислити і побудувати характеристику процесу растрування для квадратного елемента.

Для зручності порівняльного аналізу процесу растрування застосуємо відносну площу растрового елемента, що визначається відношенням

абсолютної площини растрового елемента до площини растрової комірки, яку визначають через лініатуру растра. Отож вираз для визначення відносної площини растрового елемента квадратної форми матиме вигляд:

$$S_a = 4x^2L^2, \text{ якщо } 0 \leq x \leq b_0. \quad (3)$$

Із виразів (1) і (3) робимо висновок, що характеристика процесу растрування є нелінійною й квадратичною. Для аналізу нелінійності процесу растрування задамо бажане лінійне растрове перетворення аналогового зображення в растрове, за яке приймаємо лінійне (ідеальне) перетворення з допомогою лінійної моделі, подавши її виразом

$$S_{al} = K_m x \text{ для } 0 \leq x \leq b_0, \quad (4)$$

де  $K_m$  — коефіцієнт масштабу, що залежить від лініатури растра та від формату подання площі.

За таких умов запропоновано оцінювати нелінійність процесу відхиленням характеристики растрування від лінійності

$$E_a(x) = S_a(x) - S_{al}(x). \quad (5)$$

Після підстановки виразів (1) і (4) матимемо

$$E_a(x) = 4x^2 - K_m x \text{ для } 0 \leq x \leq b_0, \quad (6)$$

Таким чином, одержано вираз, який описує нелінійність процесу перетворення аналогового зображення в растрове. Для зручності аналізу подамо відхилення характеристики растрування від лінійності у відносних одиницях або процентах:

$$E(x) = (4x^2L^2 - K_m xL^2)100\% \text{ для } 0 \leq x \leq b_0. \quad (7)$$

Залежно від мети дослідження можна застосовувати той або інший вираз для визначення абсолютної чи відносної площі растрового елемента. Розв'язання обумовленої задачі аналізу нелінійності процесу растрування традиційним шляхом розроблення алгоритму й програми не є ефективним, тож здійснимо аналіз із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування у пакеті Simulink. Відповідно до засад моделювання з урахуванням поданих формул розроблено структурну схему імітаційної моделі процесу растрування з функціональних блоків бібліотеки Simulink (рис. 1).

Основним є блок математичних функцій *Fcn*, у діалоговому вікні якого записують вираз (1) для обчислення площі растрового елемента та лінійної моделі (4) растрування. Керувальні впливи створюють блоки *Ramp*, які генерують просторову змінну  $x$  у заданих межах, подаючи їх на виході блоків *Fcn*. У блоці сумування встановлюється відхилення характеристики растрування від лінійного випадку. Результати обчислень візуалізуються блоком *Scope*. Для визначення обчислень у відносних одиницях застосовано блок *Divide*, який обчислює відносну площу діленням на площу елементарного квадрата заданої лініатури.

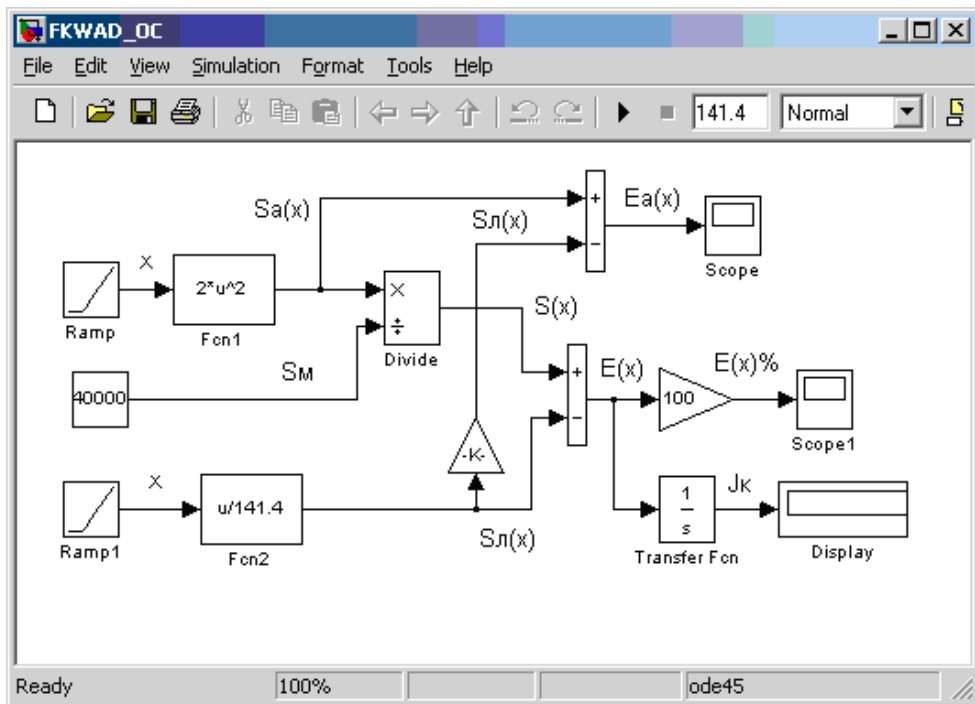


Рис. 1. Вікно програми Simulink для визначення й побудови відхилення характеристик растрівання від лінійної моделі

Основна мета комп'ютерного моделювання полягала в аналізі впливу лінійності на нелінійність процесу растрівання. Для прикладу на рис. 2 подано результати комп'ютерного моделювання, які відображають послідовність обчислень для растрового елемента квадратної форми лінійністю  $L = 50$  лін/см.

При збільшенні геометричних розмірів відхилення поступово наростає й при  $x = 75$  мкм досягає максимального від'ємного значення —  $-25\%$ . При подальшому зростанні розмірів растрового елемента відхилення продовжує поступово збільшуватися, прямуючи до нуля. Отже, на середніх ділянках тонів зображення відносна площа растрових елементів зменшується в максимумі на  $25\%$ . Порівняно з найсвітлішими і найтемнішими тонами середні спотворюються більшою мірою й після друкування будуть світлішими, ніж на оригіналі, що вважається недоліком растрівання, який необхідно виправляти.

При дослідженні впливу лінійності растра на нелінійність процесу вибрали лінійності растра 30, 50, 80 та 100 лін/см. Визначали відповідні базові розміри растрових елементів квадратної форми, налагоджували імітаційні моделі на задані параметри. Результати комп'ютерного моделювання у вигляді графіків відхилення характеристик растрівання від лінійного випадку для заданих лінійностей подано на рис. 3 в абсолютних одиницях

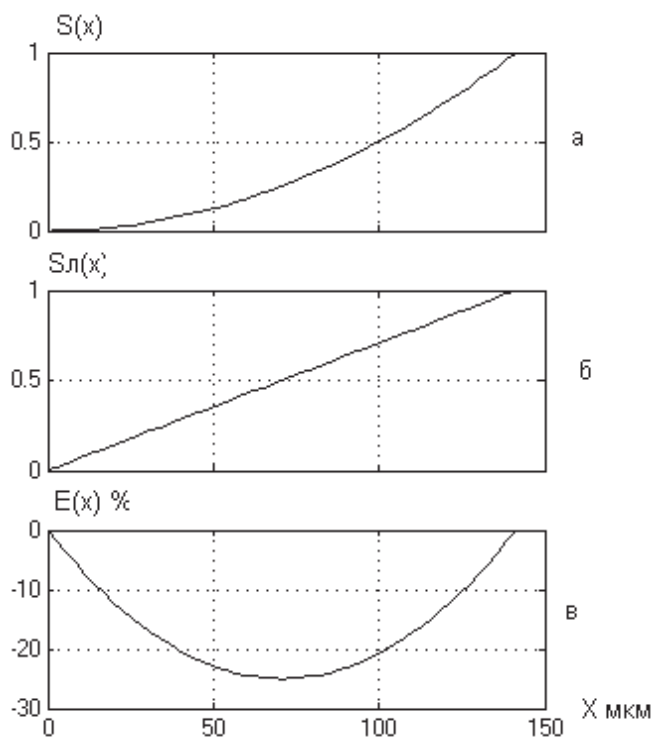


Рис. 2. Результати корекції процесу растрівання:  
 а — нелінійна характеристика процесу растрівання у відносних одиницях;  
 б — характеристика лінійної моделі растрівання; в — графік відхилення характеристик растрівання від лінійного випадку, поданий у процентах

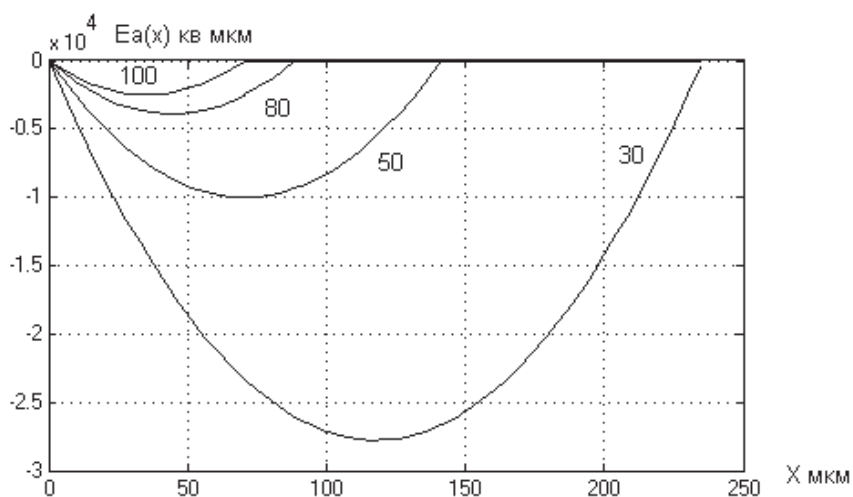


Рис. 3. Графіки відхилення характеристик растрівання від лінійного випадку для лінійатур 30, 50, 80 та 100 лін/см в абсолютних одиницях

Як показано на рисунку, графіки відхилення характеристик растрівання від лінійного випадку мають напівколоподібний вигляд. Чим більша лініатура, тим меншими є відхилення та її ширина. Наприклад, для лініатури 100 лін/см максимальне відхилення становить 2500 мкм<sup>2</sup> і розташовується на повному просторовому інтервалі 0–75 мкм. Натомість для лініатури 30 лін/см максимальне відхилення становить 27760 мкм<sup>2</sup> і міститься в повному просторовому інтервалі 0–235,7 мкм.

На завершальному етапі визначимо й побудуємо графіки відхилення характеристики растрівання від лінійності. Результати комп'ютерного моделювання у відносних одиницях для лініатури 30, 50, 80 та 100 лін/см відображені на рис. 4.

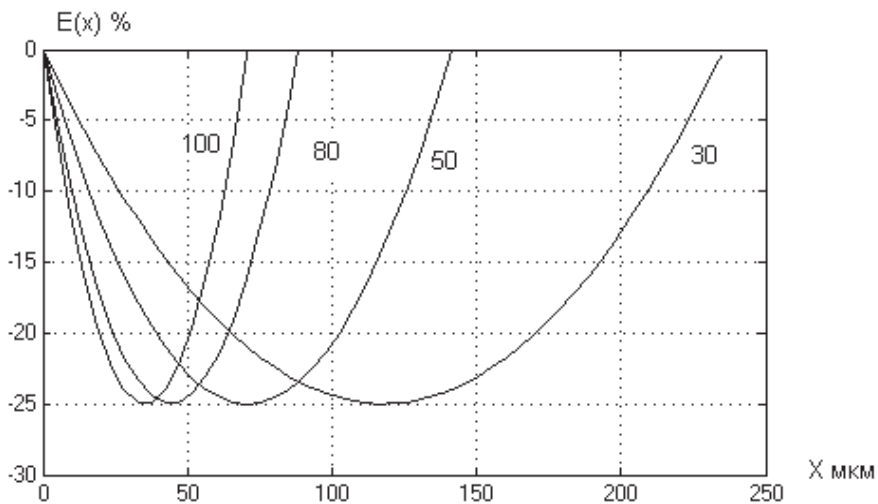


Рис. 4. Графіки відхилення характеристик растрівання від лінійності для різної лініатури у відносних одиницях

Порівнюючи графіки відхилення характеристик растрівання від лінійності, побудовані у відносних та абсолютних одиницях, доходимо висновку, що вони є різними: графіки у відносних одиницях не подібні до побудованих у абсолютних одиницях. Зокрема, максимальне абсолютне відхилення характеристики растрівання від лінійності залежить від лініатури растра й перебуває в межах від 2500 до 27760 мкм<sup>2</sup>. Натомість максимальне відхилення у відносних одиницях не залежить від лініатури растра, є сталим і становить 25%.

Отже, підбиваючи підсумки, виокремимо наступне.

1. На середніх тонах зображення відносна площа растрових елементів зменшується в максимумі на 25%. Порівняно з найсвітлішими і найтемнішими тонами середні спотворюються більшою мірою й після друкування будуть світлішими, ніж на оригіналі, що виступає недоліком растрівання, який необхідно виправляти.

2. Максимальне відхилення характеристики растрів, побудованої у відносних одиницях, від лінійного випадку становить 25% і не залежить від лініатури.

3. Максимальне абсолютне відхилення залежить від лініатури растра і може змінюватися в десятки разів.

1. Барановський І. В. Поліграфічна переробка образотворчої інформації : навч. посіб. / І. В. Барановський, Ю. П. Яхимович. — К. — Львів : ІЗМН, 1998. — 400 с. 2. Блантер Д. Сканирование и растрование изображений / Дэвид Блантер. — М. : ЭКОМ, 1999. — 384 с. 3. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту : моногр. / О. М. Величко. — К. : Видав.-полігр. центр «Київський університет», 2005. — 254 с. 4. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изобразительной информации / Ю. В. Кузнецов. — СПб: Петербургский ин-т печати, 2002. — 312 с. 5. Луцків М. М. Цифрові технології друкарства : моногр. / М. М. Луцків. — Львів : УАД, 2012. — 488 с. 6. Мельничук С. І. Офсетний друк : навч. посіб. — Кн. 1 : Технологія і обладнання додрукарських процесів / С. І. Мельничук, С. М. Ярема. — К. : Укр НДКВД : ХаГар, 2000. — 461 с. 7. Селиванов Ю. П. Основы моделирования и оптимального программирования автотипного процесса / Ю. П. Селиванов. — М. : Книга, 1979. — 238 с. 8. Стефанишин Н. І. Сучасні технології цифрового растрівання / Н. І. Стефанишин, М. В. Шовгенюк // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць [Укр. акад. друкарства]. — 2001. — № 6. — С. 9–16. 9. Pere Plate. AGFA [Електронний ресурс] : PSYCHEDELIC/PROGRESSIVE/STONER/SPACEROCK. — Режим допуску: <http://www.agfa.com.pl/sublime-xtm/> 10. Czichon H. Tehnologia form offsetowych / Herbert Czichon, Maria Czichon. — Warszawa : Oficyna wydawnicza politechniki Warszawskiej, 2012. — 264 s.

## **АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК РАСТРИРОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТА КВАДРАТНОЙ ФОРМЫ**

*В статье анализируется влияние линиатуры на нелинейность характеристик растрівования для растрового элемента квадратной формы и приведены результаты компьютерного моделирования.*

## **ANALYSIS NONLINEARITY OF SCREENING FOR THE ELEMENTS OF A SQUARE SHAPE**

*The task of analyzing the impact of screens on non-linear characteristics of screening for square screen elements and results of computer simulation.*