

УДК 655.027

## ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕМОДУЛЯЦІЇ ЛІНІЙНОЇ РАСТРОВОЇ ШКАЛИ

М.М. Луцків, В.Р. Бубен

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

*Розроблено імітаційну модель демодуляції растрового перетворення лінійної растрової шкали. На її основі і парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування побудована структурна схема моделі демодуляції растрового перетворення в пакеті Matlab:Simulink, яка дає можливість обчислювати і будувати характеристики демодуляції растрового перетворення.*

*Подано результати імітаційного моделювання у вигляді характеристик демодуляції лінійної растрової шкали для різної лініатури (100, 50, 30 лін/см). Характеристики демодуляції є вгнутими кривими, які в кінці інтервалу топонаправлення прямують до заданої оптичної густини плашки 1,8Б. Із зменшенням лініатури характеристики є більш вгнутими. Отже, операція демодуляції викликає помітне розвітнення шкали на середніх тонах і напівтінях. За результатами імітаційного моделювання встановлено, що максимальне відхилення оптичної густини від лінійної значно більше за експериментальні дані, що необхідно враховувати при приготуванні оригіналів*

**Ключові слова:** офсет, шкала, площа, растр, перетворення, плашка, друк, демодуляція, оптична густина, характеристики, властивості.

**Постановка проблеми.** У багатьох галузях науки і техніки основна інформація про реально існуючі об'єкти чи процеси подається у вигляді зображень – двовимірних проєкцій сцен, які спостерігаються. Для відтворення і переробки текстової і графічної інформації поліграфічними засобами необхідно забезпечити достатньо високу якість зображень, яка втрачається при приготуванні зображення до друкування, зокрема при раструванні, виготовленні друкарської форми і в процесі друкування внаслідок різного роду завод і спотворень. Поліграфічне відтворення зображень різноманітних відтінків тональності на відбитку забезпечується відповідною зміною кількості фарби на одиницю площі растрових елементів. Щоб забезпечити сталу товщину фарби на поверхні растрового відбитка в офсетному друці почали застосовувати дорогі багатоканальні системи попереднього налагодження фарбових апаратів на заданий наклад [1, 2].

Сьогодні у більшості випадків вихідним для поліграфічного відтворення є цифрове зображення, яке піддане обробці в пакетах комп'ютерної графіки і зорово сприймається як якісне. Найбільш важливим є перетворення зображення в растрову форму і виготовлення друкарської форми за технологією CtP. Для якісного виконання стадії приготування зображення до друкування необхідно оцінити оптичну

густину растрового зображення, яку можна визначити на основі існуючих методів перетворення цифрових зображень для різних галузей [5, 9, 10]. У поліграфії переважають експериментальні методи, на основі яких будують градаційні характеристики автотипної тонопередачі, здійснюють аналіз, синтез і корекцію, що унеможливає об'єктивну оцінку, аналіз і прогнозування тонопередачі на окремих стадіях приготування до друкування і друкарського процесу. Тому визначення оптичної густини на основі відносної площі друкувальних елементів і пробілів для заданої оптичної густини повного покриття (плашки) для одноколірних відбитків є актуальною задачею, що дозволяє оцінювати вплив лініатури растра на тонопередачу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В поліграфії для відтворення напівтонових зображень застосовують автотипну тонопередачу, в якій тональність забезпечується відповідною зміною кількості фарби на одиницю площі растрового відбитка [1, 6]. Оскільки в офсетному друці технічно неможливо змінювати товщину нанесеної фарби на окремих ділянках, то її стабілізують, а відтворення тональності здійснюють зміною співвідношення площ задруковуваних і проголинних елементів. Для забезпечення сталої товщини фарби застосовують дорогі багатоканальні системи автоматичного зонального налагодження подачі фарби на заданий наклад [6, 10]. Для приготування зображень до друкування застосовують системи StP, у яких можна задати необхідну форму растрових елементів і потрібну лініатуру і виготовити друкарську форму [6, 9]. В монографіях [1, 4, 6] подано загальні відомості про технологію растрування, растрову тонопередачу, узгодження діапазонів тонопередачі оригінала і відбитка. У публікаціях [2, 3] подано моделі растрового перетворення, побудовано характеристики растрування для елементів різної форми і лініатури, здійснено їх аналіз, оцінено їх властивості. Встановлено, що характеристики растрування є нелінійними, а відхилення від лінійності залежить від форми растрового елемента і може становити 15-30%, що значно спотворює якість растрових відбитків. Для покращення якості застосовують корекцію, яка здійснюється на основі експериментальних даних для конкретної друкарської машини.

Для вдосконалення процесу растрування необхідні математичні моделі растрового перетворення з врахуванням різних технологічних впливів, зокрема розтискування растрових елементів при виготовленні форми і друкуванні. В процесі друкування відбуваються складні процеси модуляції неперервного фарбового потоку растровою друкарською формою і передачі фарбового зображення з форми на задруковуваний матеріал [4, 8]. Існує модель демодуляції, на основі якої можна визначити оптичну густину растрового відбитка [1, 6]. Однак у доступних джерелах відсутні результати досліджень цієї моделі та достовірність результатів, що унеможливає її застосування на стадії растрування зображень.

**Мета статті** – визначити оптичну густину лінійної растрової шкали на основі відомої формули, побудувати характеристику демодуляції растрового перетворення і проаналізувати її властивості.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для покращення цифрового аналога зображення застосовують різні методи цифрової обробки зображень, які оперують пікселами зображень, інтенсивність світлот яких знаходиться в межах

[0, 255], за умови, що тло є суцільно чорним, а його якість оцінюють безпосередньо на екрані монітора. При необхідності його якість можна відносно просто додатково покращити за допомогою відомих пакетів комп'ютерної графіки [5, 9]. Натомість для покращення якості растрового зображення в поліграфії застосовують локальну зміну та корекцію геометричних розмірів растрових елементів, площа яких відповідає оптичній густині оригінала, яка найчастіше знаходиться в межах [0, 2Б], за умови, що тло є світле (папір). Щоб оцінити якість растрового перетворення, необхідно виготовити растрову форму, здійснити друкування та кількісно і якісно (суб'єктивно) оцінити якість растрового відбитка. Отже, оцінка якості растрового перетворення є складна, дорога і вимагає часових затрат.

Основною ланкою в технологічному ланцюгу приготування до друкування і в процесі друкування, якою можна впливати на якість відбитка, є растрове перетворення. Для якісного виконання стадії растрового перетворення необхідно оцінити оптичну густину растрового зображення, яку можна визначити на основі формули демодуляції для однокольорових відбитків Мюррея-Девіса у такому вигляді [1, 6]

$$D = -n \lg \left( 10^{-D_n} (1 - S_\phi) + 10^{-\frac{D_\phi}{n}} S_\phi \right), \quad (1)$$

де  $D_\phi$ ,  $D_n$  – оптична густина шару фарби суцільного растрового покриття (плашки) і паперу,

$S_\phi$  – відносна площа друкувального елемента,

$n$  – показник (число) Юла-Нікольса залежить від властивостей фарби, паперу і лініатури.

У виробничих умовах конкретне значення показника  $n$  можна визначити на основі порівняння експериментальних даних і результатів, одержаних за виразом (1). Відносна площа растрових елементів залежить від форми елементів і лініатури растра, що ускладнює аналіз. Спочатку визначимо оптичну густину лінійної растрової шкали за умови, що її відносна площа лінійно змінюється на повному інтервалі тонопередачі в межах  $[0 \leq S_\phi \leq 1]$ . Якщо у виразі (1) лінійно змінювати відносну площу растрової шкали у заданих межах, то за ним можна розрахувати і побудувати характеристику демодуляції лінійної растрової шкали для різних значень показника  $n$ . Для оцінки якості демодуляції растрового перетворення запропоновано визначати відхилення розрахованої характеристики демодуляції від лінійності

$$E = (D - D_0) 100\%, \quad (2)$$

де  $D_0$  – лінійна характеристика.

Розв'язання поставленої задачі традиційним методом складання програми є незручним, тому для спрощення задачі застосуємо імітаційне моделювання в пакеті Matlab: Simulink. На основі викладеного і виразів побудовано структурну схему моделі демодуляції лінійної растрової шкали, яка подана на рис. 1.

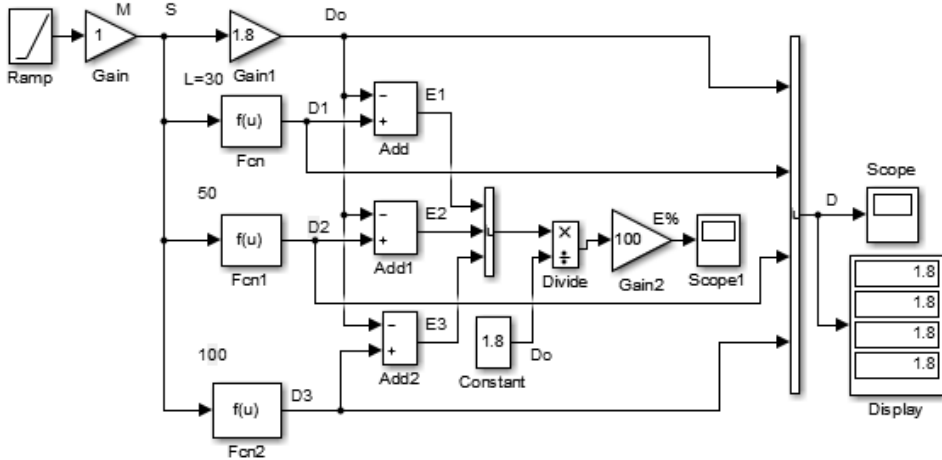


Рис.1. Структурна схема моделі демодуляції растрової шкали

Блок Ramp генерує лінійну растрову шкалу, площа якої лінійно змінюється в межах  $[0 \leq S_{\phi} \leq 1]$ . У блоках математичних функцій Fcn відповідно до виразу (1) записана програма для обчислення оптичної густини растрової шкали. Візуалізація результатів імітаційного моделювання паралельно здійснюється блоком Scope, а цифрові значення висвітлює блок Display. Для прикладу задали оптичну густину фарби на плашці 1,8, а паперу 0,02. Налагодили блоки мат-функції на лініатуру растра 30, 50, 100 лін/см, яким згідно даних [1] відповідають показники числа  $n$  1,4; 1,7; 2,16. Налагодили модель на задані параметри. Результати імітаційного моделювання у вигляді характеристик демодуляції лінійної растрової шкали для різної лініатури подано на рис.2.

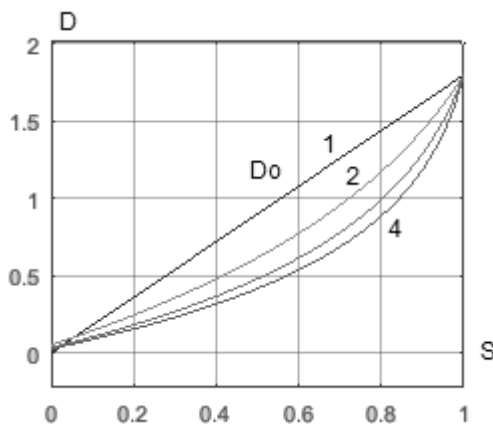


Рис.2. Характеристики демодуляції лінійної растрової шкали для різної лініатури: 1 – для лініатури 100 лін/см, 2 – для лініатури 50 лін/см, 3 – для лініатури 30 лін/см

Для порівняння на рисунку подана лінійна характеристика. Характеристики демодуляції розміщуються нижче лінійної і є вгнутими кривими, які в кінці інтервалу прямують до заданої густини плашки 1,8. Перша характеристика відповідає лінійності 100 лін/см. Із зменшенням лінійності характеристики є більш вгнутими. Отже, відповідно до результатів імітаційного моделювання операція демодуляції лінійної растрової шкали викликає помітне розсвітлення шкали на середніх тонах і напівтінях.

Результати імітаційного моделювання відхилення характеристики демодуляції від лінійності для різної лінійності подано на рис.3.

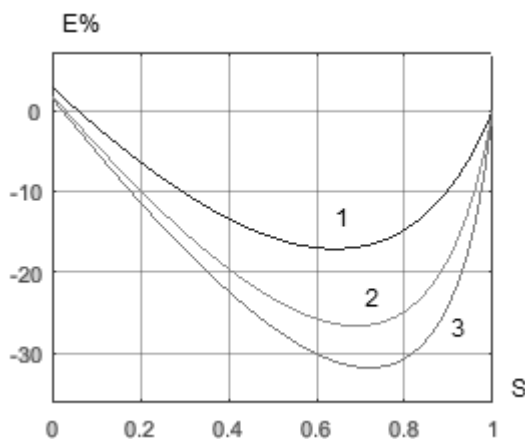


Рис.3. Відхилення характеристики демодуляції від лінійності для різної лінійності: 1 – для лінійності 100 лін/см, 2 – для лінійності 50 лін/см, 3 – для лінійності 30 лін/см

Відхилення характеристик демодуляції від лінійності розташовані значно нижче від лінійності і є несиметричними U-подібними кривими. Максимальне відхилення від лінійності є на півтінях і залежить від лінійності. Для лінійності 100 лін/см максимальне відхилення є найменше і становить  $-17,1\%$ , а найбільше відхилення при лінійності 30 лін/см і становить  $-31,8\%$ .

Отже, відповідно до результатів імітаційного моделювання операція демодуляції лінійної растрової шкали викликає помітне розсвітлення шкали на середніх тонах і особливо у напівтінях. Співставляючи результати імітаційного моделювання із даними окремих експериментальних досліджень [8], робимо висновок, що максимальне відхилення оптичної густини від лінійності удвічі, а для лінійності 30 лін/см утричі більші за експериментальні дані. На даній стадії дослідження неможливо встановити, наскільки введений показник Юла-Нікольса підвищує точність визначення оптичної густини растрового відбитка і вимагає додаткових досліджень.

**Висновки.** Розроблено імітаційну модель автотипної тонопередачі растрового зображення, яка здійснюється відповідною зміною кількості фарби на одиницю площі растрових елементів при відтворенні лінійної растрової шкали. Подано результати імітаційного моделювання, побудовано характеристики демодуляції і проаналізовано їх властивості.

Опрацьована структурна схема імітаційної моделі у пакеті Matlab: Simulink, яка дає можливість обчислювати і будувати характеристики демодуляції лінійної растрової шкали для різної лініатури, визначати відхилення характеристики залежно від лініатури растра і показники демодуляції, що зручно для аналізу і практичних застосувань.

Подано результати імітаційного моделювання у вигляді характеристик демодуляції, за якими встановлено, що максимальне відхилення оптичної густини від лінійності удвічі більше за експериментальні дані. Результати роботи можна використати для подальших досліджень з метою підвищення точності моделі демодуляції растрового перетворення, необхідної для використання на стадії приготування зображень до растрування.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барановський І.В. Поліграфічна переробка образотворчої інформації: навч. посібник / І.В. Барановський, Ю.П. Яхимович, - К.: - Львів: ІЗМН. 1998 р. 400с.
2. Барановський І.В., Побудова і аналіз характеристики растрування / І.В. Барановський, М.М. Луцків, Л.В. Філь, Г.А. Чернозубова // Наукові записки. – 2013. - №4(45). – С.102-110.
3. Барановський І.В. Аналіз характеристики растрування для ромбічного растрового елемента / І.В. Барановський, Л.В. Філь // Комп'ютерні технології друкарства. – 2013, - №30. – С.150-157.
4. Блантер Д. Сканирование и растривание изображений. М.: ЭКОМ, 1999. - 384 с.
5. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
6. Кузнецов Ю.В. Технология обработки изобразительной информации / Ю.В. Кузнецов. – СПб: Петербургский ин-т печати. 2002. – 372 с.
7. Луцків М.М. Цифрові технології друкарства: моногр. / М.М. Луцків. – Львів: УАД, 2012. – 488 с.
8. Назар І.М. Параметри офсетного друку: фактори управління і впливи / І.М. Назар, Е.Т. Лазаренко, С. Якуцевич. – Львів: УАД. 2009. – 128 с.
9. О'Квин Д. Допечатная подготовка. Руководство дизайнера: Перевод с англ.: уч пособие / Д. О'квин. – М.: изд. Дом «Вильямс», 2003. – 592 с.
10. Предко Л.С. Проектування додрукарських процесів: навч. посібник / Л.С. Предко. – Львів: УАД, 2009. – 352 с.

### REFERENCES

1. Baranovskyi I.V. (1998). Polihrafichna pererobka obrazotvorchoi informatsii: navch. posibnyk / I.V. Baranovskyi, Yu.P. Yakhymovych, - K.: - Lviv: IZMN. 400s. (in Ukrainian)
2. Baranovskyi I.V. (2013). Pobudova i analiz kharakterystyky rastruvannia / I.V. Baranovskyi, M.M. Lutskev, L.V. Fil, H.A. Chornozubova // Naukovi zapysky. — №4(45). – S.102-110. (in Ukrainian)
3. Baranovskyi I.V. (2013). Analiz kharakterystyky rastruvannia dlia rombichnoho rastrovoho elementa / I.V. Baranovskyi, L.V. Fil // Kompiuterni tekhnolohii drukarstva. — №30. – S.150-157. (in Ukrainian)
4. Blanter D. (1999). Skanovanie i rastrivanie izobrazhenij. M.: JeKOM - 384 s. (in Russian)

5. Gonsales R. (2012). Cifrovaja obrabotka izobrazhenij / R. Gonsales, R. Vuds. – M.: Tehnosfera– 1104 s. (in Russian)
6. Kuznecov Ju.V. (2002). Tehnologija obrabotki izobrazitel'noj informacii / Ju.V. Kuznecov. – SPb: Peterburgskij in-t pečati.– 372 s. (in Russian)
7. Lutskiv M.M. (2012). Tsyfrovi tekhnolohii drukarstva: monohr. / M.M. Lutskiv. – Lviv: UAD– 488 s. (in Ukrainian)
8. Nazar I.M. (2009). Parametry ofsetnoho druku: factory upravlinnia i vplyvy / I.M. Nazar, E.T. Lazarenko, S. Yakutsevych. – Lviv: UAD.– 128 s. (in Ukrainian)
9. O'Kvyn D. (2003). Dopechatnaia podhotovka. Rukovodstvo dyzainera: Perevod s anhl.: uch posobyie / D. Okvyn. – M.: yzd. Dom «Vyliams»– 592 s. (in Russian)
10. Predko L.S. (2009). Proektuvannia dodrukarskykh protsesiv: navch. posibnyk / L.S. Predko. – Lviv: UAD– 352 s. (in Ukrainian)

## CONSTRUCTION OF DEMODULATION CHARACTERISTICS OF LINEAR RASTER SCALE

M.M. Lutskiv, V.R. Buben

*Ukrainian Academy of Printing 19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*  
*lutolen@i.ua*

*The simulation model of the raster transformation demodulation of a linear raster scale has been developed. On its basis and the paradigm of object-oriented programming, the structural scheme of the demodulation model of raster transformation in the Matlab Simulink package has been constructed, which makes it possible to calculate and construct the demodulation characteristics of the raster transformation.*

*The results of simulation modeling have been presented in the form of demodulation characteristics of a linear raster scale for different linearity (100, 50, 30 l/cm). The demodulation characteristics are concave curves, which at the end of the tone transfer range lead to the given optical density of the dies 1.8B. The characteristics are more curved with a decrease in linearity. Consequently, the demodulation operation causes a significant illumination of the scale on medium tones and half tones. According to the results of simulation, it has been found that the maximum deviation of the optical density from the linear one is much greater than the experimental data that must be taken into account when preparing the originals.*

**Keywords:** *offset, scale, square, raster, transformation, die, printing, demodulation, optical density, characteristics, properties.*

*Стаття надійшла до редакції 5.06.2018*

*Received 5.06.2018*