

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

УДК 655.336:655.027

© К. О. Чепурна, к.т.н., доцент, Ю. О. Стельмах, магістр,  
НТУУ «КПІ», Київ, Україна

### ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ РИЗОГРАФІЧНИМ ДРУКОМ

**Здійснено дослідження відтворення різних за градаційним вмістом зображень способом ризографії. Визначено оптимальні режими друку на ризографах для кожного виду зображення, надано рекомендації щодо їх вибору.**

**Ключові слова:** ризографія; графічна точність; штрихове зображення; напівтонове зображення; оригінал-макет.

#### Постановка проблеми

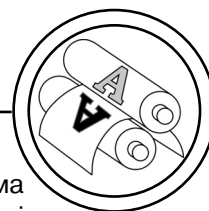
Цифровий трафаретний друк характеризується оперативністю, економічністю та прийнятною якістю, що задовольняє потреби ринку малотиражної продукції, такої як навчально-методична література, офісна документація, прайс-листи тощо [1]. Досить часто інформаційний зміст таких видань містить різноманітну ілюстративну інформацію, наприклад, штрихову або растрову, яка має різний незбалансований градаційний зміст. Тому коректна підготовка оригінал-макету та визначення оптимального режиму друку є актуальною практичною задачею.

#### Аналіз попередніх досліджень

Зазвичай якість поліграфічних відбитків оцінюють на основі об'єктивних інструментальних вимірів та за суб'єктивними показниками [2]. При виготовленні продукції ризографічним способом не всі

показники якості доцільно використовувати, так як інколи вони не дають змогу реально оцінити якість відбитків, і не завжди нормовані значення, контрольованих величин, для офсетного друку можна брати за еталон для ризографічного. Крім того, великий вплив на якість відбитків мають властивості паперу та умови його зберігання. У роботі [3] визначено, що значні проблеми під час друку виникають при надмірному пересушуванні або зволоженні паперу. Узагальнене порівняння якості відбитків ризографії з іншими видами друку розглянуто у роботі [4], за оцінками репродукційно-графічних показників якість відбитків ризографічного друку значно перевищує якість копій, виготовлених ксерокопіюванням, хоча дещо нижча ніж на відбитках офсетного способу друку.

Значний вплив на точність відтворення градацій має збалансованість напівтонових зображень на спусковому макеті.



Так в роботі [5] здійснено оптимізацію додрукарської підготовки, а саме надані рекомендації з проведення градаційної корекції для різних за градаційним вмістом зображень, а також встановлено, що режими сканування чорно-білих зображень не впливають на відтворення градацій, але від них залежить чіткість.

Часто, на відтворення оригінал-макету впливає наявність певних технічних показників устаткування. Сучасне устаткування ризографічного друку оснащено цифровим управлінням та має значну кількість налаштувань при друці: роздільна здатність сканування/друку, масштабування, швидкість друку, щільність та режим виготовлення майстер-плівки, кількість подачі фарби. Налаштування режимів, як правило, здійснюється дослідним шляхом під час друку.

### **Мета роботи**

Дослідити репродукційно-графічні і градаційні показники відбитків ризографічного друку з метою надання рекомендацій для визначення оптимальних режимів друку, що дозволить покращити якість продукції.

### **Результати проведених досліджень**

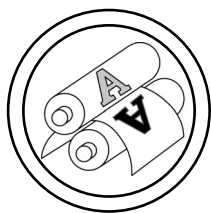
На основі аналізу інформаційного наповнення продукції, виготовленої ризографічним друком, створено три тестові форми: штрихова (містить штрихові зображення та текст); комбінована (містить штрихові та напівтонові елементи); напівтонова (містить напівтонові зоб-

раження). Кожна тестова форма містить спеціальні контрольні поля, які дають можливість оцінити якість відбитків (табл. 1). Тестові об'єкти було створено в програмі Adobe Illustrator, електронні файли збережено у форматі pdf.

За контрольними елементами тестових полів визначали наступні показники: роздільну та видільну здатність відбитків (поля 3, 7–8, 10–11); відносне графічне спотворення штрихів різної товщини (поля 3, 10); градаційну передачу в системі оригінал—відбиток (поля 1–2); оптичну густину (поля 5–6); відтворення тексту різного накреслення та розміру (поле 12); відтворення плашок та градієнтних заливань (поля 2, 4–6, 9); чистоту нанесення фарби на відбиток; стійкість фарби до змазування й стирання; наявність ореолів та візуальний аналіз дефектів друку.

Дослідження проводили двома способами: при використанні цифрового оригінал-макету через інтерфейс пристрою, та шляхом сканування, а саме електронні pdf-файли штрихової, напівтонової та комбінованої тестових форм було надруковано на цифровій друкарській машині Konica Minolta C 451 bizhub, на папері Colotech 120 г/м<sup>2</sup> формату А4. Для проведення досліджень обрано ризографи двох фірм-виробників (Riso, Duplo) за умови, що ризографи є чорно-білими, мають схожі технічні характеристики.

При проведенні досліджень було віддруковано середній наклад обсягом 200 відбитків для кожної тестової форми. Для



Характеристика контрольних полів тестових форм

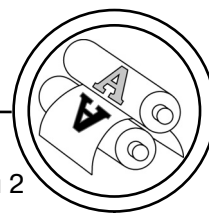
Номер контроль-ного поля	Характеристика контрольного поля
1	Поля з растровими елементами відносної площі 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 100 %, для оцінки діапазону градацій
2	Контрольне поле для візуальної оцінки якості друку напівтонових зображень (світлого, нормального та темного)
3	Штрихова міра для контролю роздільної здатності в різних напрямках (складається з полів 36, 30 та 24 лін./см, розташованих під кутами 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° і 90°)
4, 9	Тестові поля для контролю точності відтворення градієнтних переходів
5	Плашка великого розміру для контролю якості відтворення заливань 100 % чорним кольором, а також для аналізу дефектів друку, наявності змазувань на границях
6	Контрольне поле відтворення штрихового зображення для візуальної оцінки якості друку
7	Тестові поля, що імітують секторні міри для знаходження роздільної
8	здатності в різних напрямках
10	Тестова шкала для визначення видільної здатності (складається з ліній товщиною: 0,25 п.; 0,5 п.; 0,75 п.; 1 п.; 2 п.; 3 п.; 4 п.; 5 п.; 6 п.; 8 п.; 10 п.)
11	Тестова шкала для визначення максимальної лініатури напівтонового растру (складається з п'яти однакових зображень з встановленими в програмному забезпеченні значеннями лініатур: 133, 114, 91, 76, 24 pixels/inch)
12	Тестове поле для оцінки відтворення мінімального розміру позитивного та негативного тексту

дослідження якісних показників відбитків було обрано кожний 22 відбиток. При друці змінювали наступні налаштування: режим виготовлення майстра, ступінь пропалювання майстер-плівки (щільність виготовлення майстра), подачу фарби та швидкість друку (табл. 2).

*Оцінка градаційної характеристики відбитка.* Градаційна характеристика будь-якого пристрою є залежністю його вихідного сигналу від управляючого впливу. В даному випадку це залежність відтворення растрових крапок на відбитку від значення градації в оригіналі. Для отримання градаційної кри-

вої були виміряні оптичні густини на усіх ділянках контрольного поля 1, кожне вимірне значення є середнім з шести незалежних послідовних вимірювань. Вимірювання проводили за допомогою лабораторного денситометра відбитого світла QuikDens 200 фірми Gretag Macbeth, на основі отриманих даних побудовано графічні залежності градаційного відтворення в системі оригінал—відбиток (рис. 1).

З графічних залежностей видно, що в штриховому режимі виготовлення майстра (режим «Текст»), оптична густина є вищою по відношенню до інших



Таблиця 2

Режими та характеристики проведення досліджень

Технічна характеристика	Устаткування	
	Duplo DP-S550	Riso GR-3750
Формат оригіналу, мм	A4	A4
Формат паперу, мм	A4	A4
Маса 1 м <sup>2</sup> паперу, г	80	80
Роздільна здатність, dpi	300x600	400x400
Режими виготовлення майстра	текст, текст—фото, фото—текст, фотографія	текст, текст—фото, фото
Спосіб відтворення оригіналу	через інтерфейс	сканування
Щільність виготовлення майстра	варіювання від мінімального (1) до максимального (3) значення	варіювання від мінімального (1) до максимального (3) значення
Швидкість друку		
Подача фарби		

режимів, що зумовлено, в першу чергу, саме характером оригіналу, тобто необхідне відтворення лише плашкових (штрихових) ділянок. Крім того, при виготовленні напівтонової та комбінованої тест-форми спостерігається втрата градацій: при відтворенні через інтерфейс не відтворюються градації в межах 1–20 %; при скануванні в межах 1–20 % для комбінованої тест-форми, і 1–32 % для напівтонової.

*Відтворення плашок.* Чорна плашка повинна відтворюва-

тись без візуальних нерівностей тону або провалів. Кількісно цей показник можна оцінити, вимірюванням денситометром оптичної густини плашок на відбитках та оригіналах, рис. 2. Візуальна оцінка відтворення плашок також не менш важлива.

Аналізуючи рисунок 2 можна зробити висновок, що при відтворенні штрихового оригінал-макету у режимі виготовлення майстра «Текст», відхилення показника оптичної густини перебуває в межах норми  $\pm 0,15$  [6]. При відтворенні

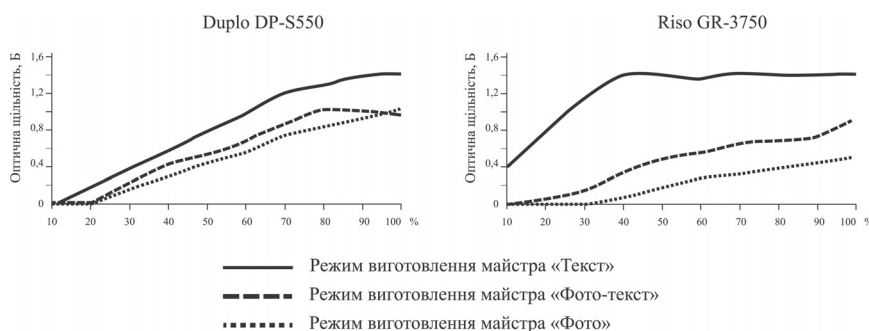


Рис. 1. Відтворення градації залежно від режиму виготовлення майстра

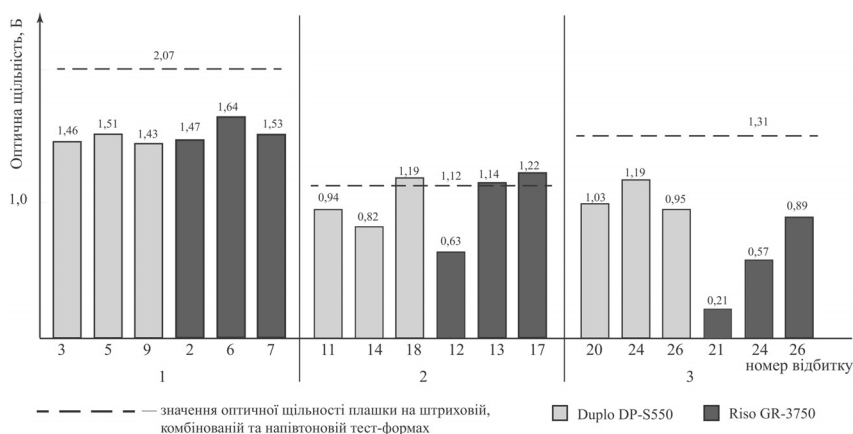
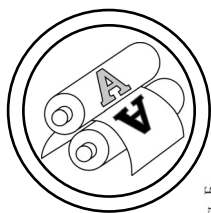


Рис. 2. Оптична густина відбитків залежно від режиму виготовлення майстра: 1 — режим виготовлення майстра «Текст», штрихова тест-форма; 2 — режим виготовлення майстра «Фото—текст», комбінована тест-форма; 3 — режим виготовлення майстра «Фото», напівтонова тест-форма

комбінованого та напівтонового оригінал-макету, у відповідних режимах виготовлення майстра, розкид показника оптичної густини виходить за встановлені межі ( $\pm 0,24-0,68$ ), тобто відбувається постійна зміна насиченості відбитків в межах одного накладу. Причина цього полягає в тому, що важко відтворити одночасно в одному оригінал-макеті високі світліни та глибокі тіні без їх спотворення. Як правило, для відтворення градацій у світлинах та напівтонах можна варіювати (збільшити) подачу фарби або інтенсивність пропалювання майстра, але треба враховувати, що одночасно з «насиченням» світлин відбувається значне розтискування та перенасичення фарби у тінях.

*Дослідження графічних спотворень.* Для дослідження було взято штрихову та комбіновану тестові форми, а саме тестове

поле № 3 — штрихова міра для контролю роздільної здатності в різних напрямках, яка включає поля 36, 30 та 24 лін./см, розташовані під кутами  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  і  $90^\circ$ . За допомогою електронного мікроскопу виміряні значення товщини штрихів кожної з ліній (36, 30 та 24 лін./см) під кутом  $90^\circ$  (штрихові міри під іншими кутами мали значні спотворення). Для визначення середнього значення товщини штриха вимірювання кожного поля проводили 5–6 разів, рис. 3.

Графічна залежність товщини штрихів на відбитках від ліній (рис. 3) вказує на відносне зменшення товщини штрихів порівняно з цифровим файлом при відтворенні тексто-штрихової інформації в режимах «Текст» та «Фото—текст» при друкуванні через інтерфейс (Duplo DP-S550). При відтворенні штрихового оригіналу в

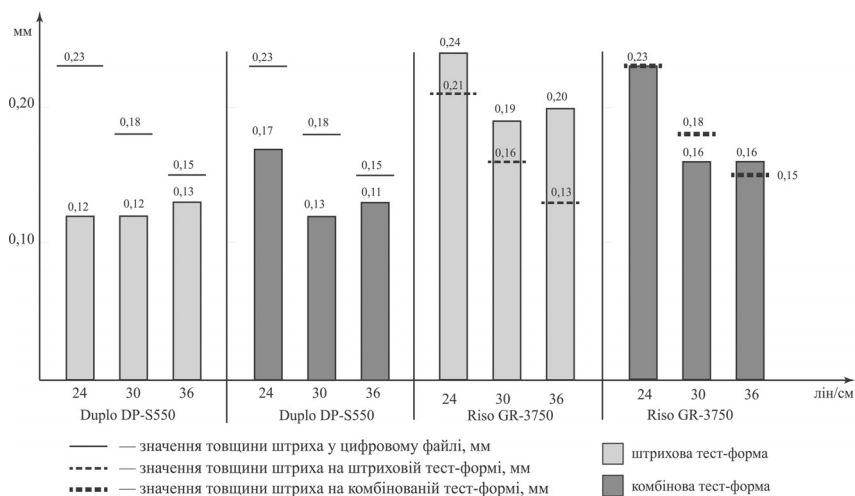
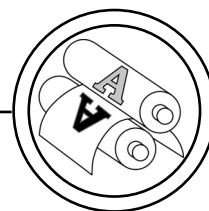


Рис. 3. Графічна залежність товщини штрихів на відбитку від лініатури при різних режимах відтворення: 1 — режим виготовлення майстра «Текст», штрихова тест-форма; 2 — режим виготовлення майстра «Фото—текст», комбінована тест-форма

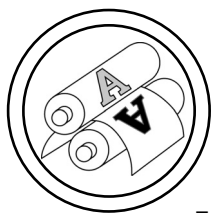
режимі «Текст», шляхом сканування, відбувається незначне розтискування, а при відтворенні комбінованого оригіналу в режимі «Текст—фото» незначне розтискування при друці компенсує зменшення розмірів растрових елементів, яке виникає під час сканування комбінованого оригінал-макету (Riso GR-3750).

**Відтворення тексту.** Показник відтворення тексту є дуже важливим при друкуванні на цифрових дупліаторах, адже найчастіше оригінал-макет містить переважно текстову інформацію, тому текст має бути відтворений на відбитку максимально чітко, без спотворень.

Відтворення текстової інформації оцінювали за тестовим полем № 12 — контрольне поле на відтворення мінімального розміру позитивного та негативного тексту. Для аналізу

відтворення тексту обрано три різні гарнітури: Arial (типовий представник шрифту без засічок), Times New Roman (широковживаний шрифт із засічками) та Magestic Regular (рукописний шрифт). Загальну характеристику і експертну оцінку було виконано з візуального аналізу відбитків та масштабованих зображень, отриманих з цифрового мікроскопу.

За результатами проведеного аналізу відтворення текстової інформації можна зробити висновки про використання для позитивного тексту шрифтів без засічок і з засічками розміром від 5 п.; для негативного — від 9 п. Використовувати каліграфічні гарнітури шрифтів, тільки за необхідності покращення візуального сприйняття оригінал-макету, розміром від 7 п. (позитивний текст) і від 12 п. (негативний текст).



Належна якість друкованої продукції забезпечується за умови, що інформація відтворюється на відбитку без суттєвих втрат, що можливо при наскрізному контролі за шкалами, контрольними полями або еталонами. Але інколи таких об'єктивних показників оцінювання якості є недостатньо, адже вони не дають реального уявлення про відбиток. Саме така проблема постає при оцінюванні якості відбитків ризографічного друку, тому що, наприклад, досягнення оптимального значення оптичної густини може викликати заливання штрихів, змазування, відмарування та інше. Було запропоновано використати методику аналізу та оцінки градаційних і репродукційно-графічних характеристик відбитків ризо-

графічного друку, яка представляє собою спеціальну шкалу для кожного з параметрів оцінювання. Щоб знизити ступінь впливу на кінцевий результат малозначущого показника, діапазон балів його оцінки прийнято вважати вужчим, ніж у більш важливого. Таким чином, оцінку якості відбитків проводили згідно шкали оцінювання, яка наведена в табл. 3.

Згідно даних проведених досліджень, візуальної оцінки відбитків, а також за результатами аналізу графічних залежностей, отримано результуючу таблицю оцінювання якості відбитків, надрукованих цифровими дуплаторами (табл. 4). Максимальна кількість балів, яку може набрати будь-який відбиток дорівнює 121 балу (відповідає 100%), мінімальна 0 балів.

Таблиця 3

Експертна шкала оцінювання показників відбитків

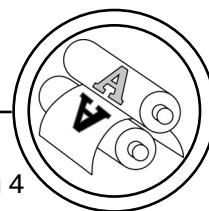
Показники	Діапазон оцінювання
Градаційна характеристика*	Від 0 до 10 балів
Роздільна здатність*	Від 0 до 15 балів
Видільна здатність*	Від 0 до 15 балів
Відтворення плашок*	Від 0 до 10 балів
Відтворення ілюстрацій*	Від 0 до 8 балів
Гранична лініатура растру**	Від 0 до 10 балів
Відтворення тексту*	Від 0 до 15 балів
Відтворення градієнтних переходів*	Від 0 до 8 балів
Змазуваність фарби на відбитку***	Або 0, або 10 балів
Чистота нанесення фарби*	Від 0 до 10 балів
Наявність інших дефектів друку***	Або 0, або 10 балів

Примітка до шкали експертних оцінок:

\*оцінюються за принципом «чим вище і краще показник — тим вища оцінка»;

\*\*оцінюється за принципом «чим вище нормально відтворювана лініатура, тим вище результуючий бал»;

\*\*\*оцінюються за принципом «є чи наявне — 0 балів, немає або не наявне — 10 балів»



Таблиця 4

Результуюча таблиця оцінювання якості відбитків залежно від режиму друку

Устаткування	Режим друку	Всього балів	Всього %
Duplo DP-S550	Текст	82,33	68,04
	Фото-текст	75,67	62,53
	Фото	52,67	43,53
Riso GR-3750	Текст	77,33	63,91
	Текст-фото	75,00	61,98
	Фото	44,67	36,91

За даними табл. 4 можна зробити висновок, що відтворення штрихових та комбінованих оригіналів, при друці через інтерфейс або скануванням, має прийнятну (достатню) якість відбитків; відтворення напівтонових зображень є проблематичним для ризографічного друку, особливо при введенні оригіналу шляхом сканування.

В результаті проведених досліджень, за умов друку, які наведено у табл. 2, можна зробити такі висновки: найкраще відтворення текстово-штрихових оригіналів здійснюється у випадку встановлення середньої швидкості друку і мінімальному пропалюванні майстер-плівки в режимах «Текст» та «Текст—фото»; найоптимальніше відтворення напівтонового відбитка в режимі «Фото» досягається встановленням або максимально можливої швидкості друку при середньому пропалюванні майстер-плівки, або мінімально можливої швидкості друку в поєднанні з максимальною подачею фарби (також при середньому пропалюванні майстер-плівки) (табл. 5).

*Загальні рекомендації та вказівки щодо вибору оригінал-макетів та режимів друку на ризографах для забезпечення кращої якості відбитків:*

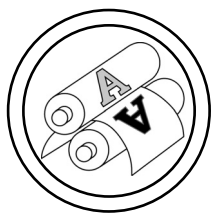
1. Розміщення (верстка) текстово-штрихової інформації та напівтонових зображень, фотографій на різних спусках шпальт (за можливості) для кращого відтворення штрихів та напівтонів без їх спотворення.

2. Рівномірне розміщення та композиційне заповнення оригінал-макету контрастними і насиченими зображеннями для забезпечення легкої і швидкої роботи устаткування, тобто без зупинок, які виникають внаслідок прилипання паперу до верхньої друкарського циліндра.

3. Композиційне поєднання більш насичених ілюстрацій з більш контрастним текстом, менш насичених зображень — з текстом, що має нормальну або малу контрастність/насиченість.

4. Встановлення мінімально можливих або середніх режимів пропалювання майстер-плівки та подачі фарби при друкуванні дуже насичених оригіналів, плашок або штрихових зображень, що займають на відбитку велику площу;





Рекомендовані режими друку залежно від оригіналу

Оригінал	Режими виготовлення майстра			Режими друку		
	Текст	Текст-фото	Фото	Подача фарби	Швидкість друку	Щільність виготовлення майстра
Текстово-штриховий	+	±	—	Мінімальна або середня	Середня або максимальна	Мінімальна або середня
Комбінований: напівтонові/штрихові зображення	±	+	±	Залежно від складності оригіналу	Середня	Залежно від складності оригіналу
Напівтоновий	—	±	+	Середня	Середня	Середня або максимальна

+ — рекомендований режим;  
± — режим допускається;  
— режим не рекомендовано

5. Встановлення середньої швидкості друку для відтворення текстово-штрихових та комбінованих оригіналів;

6. Встановлення лініатури 24 лін./см для більш насичених штрихів, 36 лін./см — для менш насичених для збереження ідентичності їх відтворення від відбитка до відбитку без спотворень і заливань;

7. Використання ширини ліній від 0,25–0,5 п.

8. Для позитивного тексту мінімальний кегль 5 п., для негативного — від 9 п.

#### Висновки

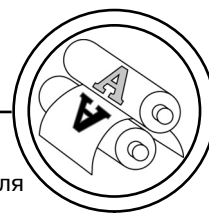
Експериментально досліджено репродукційно-графічні і

градаційні показники відбитків цифрового трафаретного способу друку, отримані на ризографах Duplo DP-S550 (відтворення оригіналу через інтерфейс), Riso GR-3750 (відтворення оригіналу скануванням), для оригіналів різного градаційного змісту.

За результатами дослідження було надано рекомендації до виконання підготовки оригіналмакетів для відтворення ризографічним друком. Виявлені технологічні особливості відтворення штрихових, текстових і напівтонових зображень, розроблені практичні рекомендації з експлуатації та регулюванню режимів друку на ризографах.

#### Список використаної літератури

1. Чуркин А. В. Ризография / А. В. Чуркин, А. Б. Шашлов, А. В. Стерлякова. — М. : МГУП, 2002. — 140 с.
2. Гавенко С. Ф. Практикум з оцінки якості поліграфічної продукції / С. Гавенко, О. Воржева, І. Конюхова, О. Мельников; за ред. д-ра техн. наук, проф. Е. Т. Лазаренка. — Львів : Афіша, 2001. — 64 с.



3. Сусол О. К. Експериментальні дослідження властивостей паперу для ризографів / О. К. Сусол, О. Ф. Розум // Технологія і техніка друкарства. — 2004. — № 1(3). — С. 121–123. — Режим доступу : <http://druk.kpi.ua/node/15>.

4. Зацерковна Р. С. Цифрова технологія оперативного трафаретного друку (цифрові дуплікатори) / Р. С. Зацерковна, Е. Т. Лазаренко — Л. : НВП «Мета», 1998. — 62 с.

5. Сысуев И. А. Оптимизация процесса воспроизведения черно-белых фотографических изображений в оперативной полиграфии / И. А. Сысуев, А. А. Ивлева // Омский научный вестник. — 2013. — № 2(120). — С. 321–327.

6. Пашуля П. Л. Стандартизація, метрологія, відповідність, якість у поліграфії [Текст] : підручник / П. Л. Пашуля. — Л. : УАД, 2011. — 408 с.

## References

1. Churkin, A. V. & Shashlov, A. B. & Sterljakova, A. V. (2002). *Rizografija [Risography]*. Moscow: MGUP [in Russian].

2. Havenko, S. & Vorzheva, O. & Koniukhova, I. & Melnykov, O. (2001). *Praktykum z otsinky yakosti polihrafichnoi produktsii [Workshop on quality assessment of printed products]*. Lviv: Afisha [in Ukrainian].

3. Susol, O. K. & Rozum, O. F. (2004). Eksperymentalni doslidzhennia vlastyvoستي paperu dlia rizografiv [Experimental studies of the properties of paper for rizographe]. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva — Technology and Technique of Typography*, 1(3), 121–123. Retrieved from <http://druk.kpi.ua/node/15> [in Ukrainian].

4. Zatserkovna, R. S. & Lazarenko, E. T. (1998). *Tsyfrova tekhnolohiia operatyvnoho trafaretneho druku (tsyfrovi duplikatory) [Digital technology operational screen printing (digital duplicators)]*. Lviv: NVP 'Meta' [in Ukrainian].

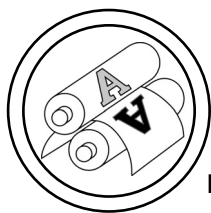
5. Sysuev, I. A. & Ivleva, A. A. (2013). Optimizacija processa vosproizvedeniya cherno-belyh fotograficheskikh izobrazhenij v operativnoy poligrafii [Optimization of the process of reproduction black-and-white photographic images for quick printing]. *Journal of Omskij nauchnyj vestnik — Omsk Scientific Bulletin*, 2(120), 321–327 [in Russian].

6. Pashulia, P. L. (2011). *Standartyzatsiia, metrolohiia, vidpovidnist, yakist u polihrafii [Standardization, Metrology, conformity, quality in printing]*. Lviv: UAD [in Ukrainian].

**Проведено дослідження воспроизведення різних по градационному содержанию зображень способом ризографії. Определены оптимальные режими печати на ризографах для кожного виду зображення, даны рекомендації по их вибору.**

**Ключевые слова: ризографія; графічна точність; штриховое зображення; тонове зображення; оригінал-макет.**

**A study of reproduction images by various contents of gradations by risography method have been presented in the article.**



**Determined optimal modes of risographs for each image, given recommendations for their choice.**

**Keywords: risography; graphic accuracy; line image; halftone image; the layout.**

Рецензент — О. М. Величко, д.т.н., с.н.с.,  
професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 30.03.16