

УДК 655.3.022.11.2

© О. В. Зоренко, к.т.н., доцент, К. Г. Кириченко, магістр,  
В. М. Скиба, к.т.н., ст. викладач, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**СТАБІЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДРУКУВАННЯ  
ЖУРНАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**Досліджено стабільність друкарського процесу за зміною  
одиничних показників якості тиражних відбитків  
багатофарбової журнальної продукції із застосуванням  
статистичного аналізу та побудовою контрольних карт із  
розрахунком експоненційно зважених ковзних середніх.  
Запропоновано додаткове залучення до системи управління  
подачею фарби методики для моніторингу друкарсько-  
технічних характеристик тиражного відбитка в динаміці  
процесу друкування багатофарбової журнальної продукції.**

**Ключові слова: журнальна продукція, офсетний плоский друк  
зі зволоженням друкарських форм, системи контролю якості  
продукції, контрольні карти технологічного процесу,  
експоненційно зважені ковзні середні.**

**Постановка проблеми**

Постійне підвищення вимог до якості друкованої продукції, зокрема журнальної, активізує питання контролю всього технологічного ланцюжка її виготовлення та в цілому управління виробничим процесом задля забезпечення конкурентоспроможності, а поліграфічному підприємству можливості зайняти провідне місце серед ряду фірм, які випускають подібні друковані видання.

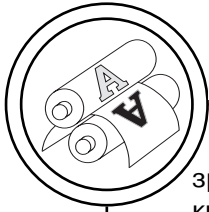
На сучасному етапі якість є складовою частиною виробничого процесу, починаючи з конструювання виробу, створення обладнання і технології для його виготовлення, контролю і управління виробничим процесом, закінчуючи упаковкою, а також складуванням продукції.

Але, на жаль, методи управління даними процесами не-

достатньо розвинуті через недостатню підготовку технологічних процесів виготовлення поліграфічної продукції, відсутність методик контролю, уніфікованих алгоритмів і самих технічних процесів і систем для проведення контролю. Основним етапом впровадження систем статистичного контролю є регулювання технологічних процесів, коректування параметрів протікання цих процесів за результатами вибіркового контролю параметрів, зокрема журнальної продукції для забезпечення необхідного рівня її якості і попередження браку [1, 2].

**Аналіз попередніх досліджень**

Рівень попиту на українському ринку друкованих періодичних видань, зокрема на журнальну продукцію постійно



зростає (при звуженні тематики), пропозиції постійно наздоганяють попит, що виражається у появі нових видавництв та поліграфічних підприємств і введенні нових потужностей на діючих поліграфічних підприємствах.

Переважає більшість київських журналів — рекламно-інформаційні ілюстровані багатофарбові видання, щомісячні (78 %), форматом А4 (89 %) [2]. Основні групи читачів: жінки, чоловіки, молодь, ділова аудиторія.

Серед інших видів друкованої продукції обсяги випуску журналів збільшуються найшвидше, ціла група підприємств намагається зорієнтувати свою діяльність саме на друкуванні журналів. На сьогоднішній день таких підприємств у Києві кілька десятків.

Ринок журнальної продукції швидко розвивається і попит має тенденції до подальшого зростання. Динамічний видавничо-поліграфічний ринок вимагає високої якості продукції водночас із невпинним зростанням рентабельності та продуктивності виробництва за рахунок комп'ютеризації технології, удосконалення обладнання й оптимізації організації праці [2–4].

Основна проблема друкарень, що випускають журнальну продукцію: відсутність засобів контролю всього технологічного ланцюга виробництва.

Щодо найважливіших критеріїв оцінки якості друкованого зображення, то до них відносяться: оптична густина, колірні показники (колірний тон, чисто-

та та насиченість кольору), суміщення фарб на відбитку, рівномірність розподілення фарби, чіткість відтворення зображення та розтискування елементів зображення на відбитку. Дані показники та їх розмірні значення вносяться у нормативні документи — міжнародні, державні та галузеві стандарти. Практика роботи друкарських ділянок свідчить про недотримання цих нормативних документів, причиною цього є відсутність єдиного автоматизованого технологічного комплексу, що включає обладнання, витратні матеріали та контрольно-вимірювальну техніку.

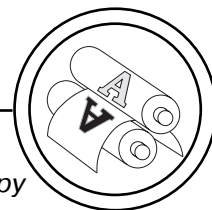
Друкарський процес є одним з найважливіших етапів виробництва друкованої продукції, зокрема якісної, та конкурентоспроможної в цілому, тому на основі наведеного вище, було поставлено завдання — дослідити показники взаємодії фарб і паперу шляхом вибіркового вимірювання одиничних показників відбитків з накладів.

### Мета роботи

Дослідити процес друкування із застосуванням стандартних методик контролю одиничних показників якості відбитків задля розробки пропозицій щодо раціональних умов проведення процесу друку для виготовлення якісної журнальної продукції.

### Результати проведених досліджень

Для дослідження було використано крейдований глянце-вий папір Gloss Finesse



(Фінляндія) масою 1 м<sup>2</sup> 200 (AM-растр «Agfa Balance Screening»), 220 (ЧМ-растр «Agfa Sublima»), 250 (ЧМ-растр «Agfa Sublima») г; офсетні триадні фарби для аркушевого друку Vanson (Нідерланди).

Друкування здійснювали на аркушевій офсетній друкарській машині Heidelberg Speedmaster XL 102-5+L із спиртовим зволоженням шляхом вибірки по 50 аркушів з накладу 5880 аркушевідбитків у чотири кольори з лица і звороту.

За основні показники якості друкованого зображення, які визначали на отриманих відбитках, були оптична густина плашок ( $D_n$ ); розтискування ( $\Delta S$ , 40, 80 % полях); колірні характеристики відбитків за CIE Lab та колірні відмінності ( $\Delta E$ ). Вимірювання здійснювали за допомогою денситометра X-Rite Eye-one Pro в автоматичному режимі по контрольним шкалам з лица і звороту вздовж ширини аркуша.

За отриманими експериментальними даними будували контрольні карти технологічного процесу із визначенням експоненційно зважених ковзних середніх (ЕЗКС), гістограми колірних відмінностей ( $\Delta E$ ) та діаграми колірних характеристик відбитків за CIE Lab.

Розмір вибірки контролю становив п'ять вимірювань за однакових режимів. Побудову діаграм виконували із застосуванням програми векторної графіки Illustrator CS5 та MS Excel 2007.

*Вплив зональної системи фарбового апарату на*

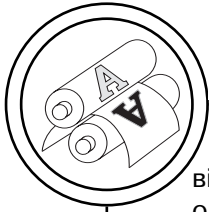
*рівномірність фарбового шару тиражного відбитка*

Подача фарби на окремі ділянки друкарської форми, розділеної на зони, залежить від технологічно необхідного обсягу фарби. Кожна фарбова зона повинна бути налаштована на подачу відповідної товщини шару фарби на форму в напрямку друку. Це досягається зміною кута повороту дукторного циліндра у фарбовому апараті. Крім того, існує необхідність точного встановлення зональної подачі фарби на всіх друкарських секціях.

Налаштування фарбових зон через панель управління друкарською машиною є трудомістким процесом, оскільки результат часто залежить від досвіду друкаря та якості застосованої методики контролю зональної подачі фарби.

Сучасні комп'ютеризовані комплекси для управління зональною подачею фарби в процесі друкування забезпечують постійний моніторинг та керування за рівнем фарби на відбитку. Причому контроль проводиться за встановленими значеннями стандарту, відносно якого проводиться коригування поточних значень оптичної густини, що виміряні в процесі друкування [5].

Існуючі комп'ютеризовані комплекси для управління зональною подачею фарби дозволяють контролювати поточні значення оптичної густини, натомість характер та динаміка (інтенсивність) зміни рівня фарби на тиражному відбитку залишається поза увагою. Однак, на якість сприйняття



відбитка окрім загального рівня оптичної густини, також сильно впливатиме рівномірність оптичної густини, особливо в межах окремої зони (рис. 1–3).

Моніторинг якості зональної системи подачі фарби здійсню-

вався за аналізом зміни оптичної густини на відбитку при використанні контрольних карт процесу друкування (рис. 1–3). Побудовані контрольні карти за поширеними методиками [6, 7] дозволили встановити характер

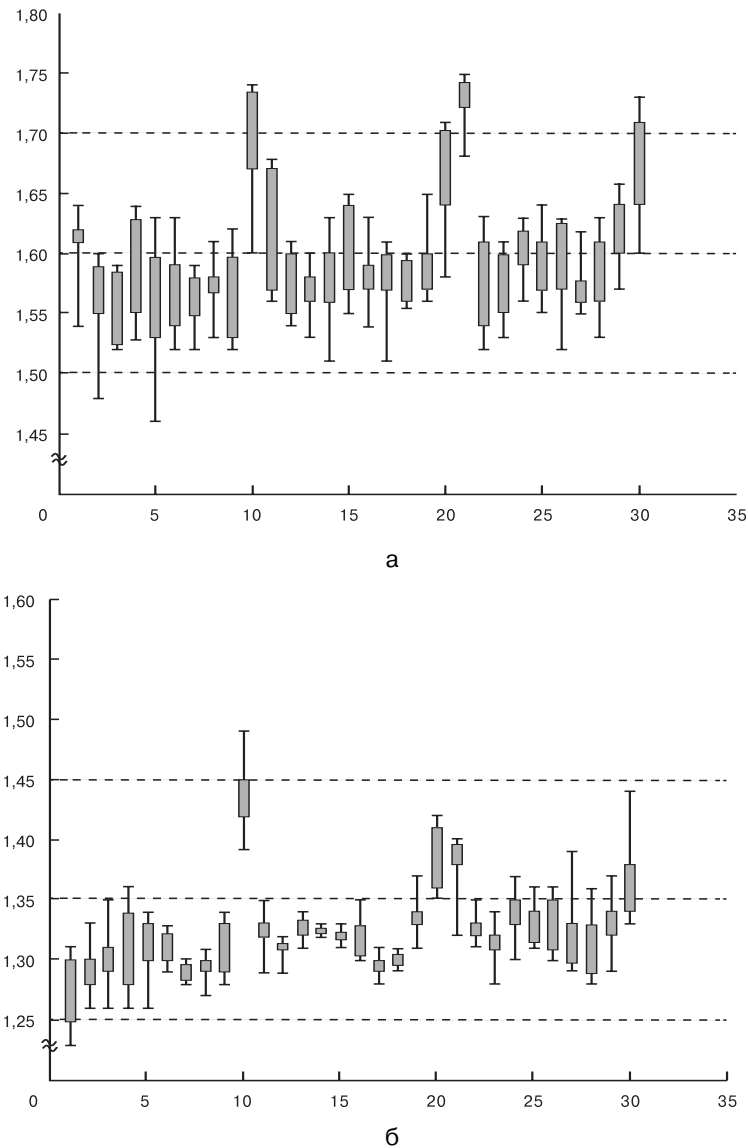
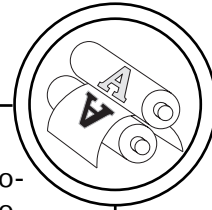


Рис. 1. Залежність  $D = f(N)$  розподілу фарбового шару (D) чорного (а), блакитного (б) кольорів за контрольованими зонами (N) фарбового апарату друкарської машини (ЧМ-алгоритм Agfa Sublima 200) на папері масою  $1 \text{ м}^2$  220 г. Початок



зміни оптичної густини на відбитку в межах контрольованих зональних ділянок фарбового апарату в аркушевій друкарській машині, що полягає у залежності величини розмаху варіації та інтенсивності зміни

оптичної густини за всіма зональними ділянками від контрольованої фарби.

Згідно із вимогами стандартів [8–10] максимальний рівень варіації оптичної густини для плашки будь-якої фарби не

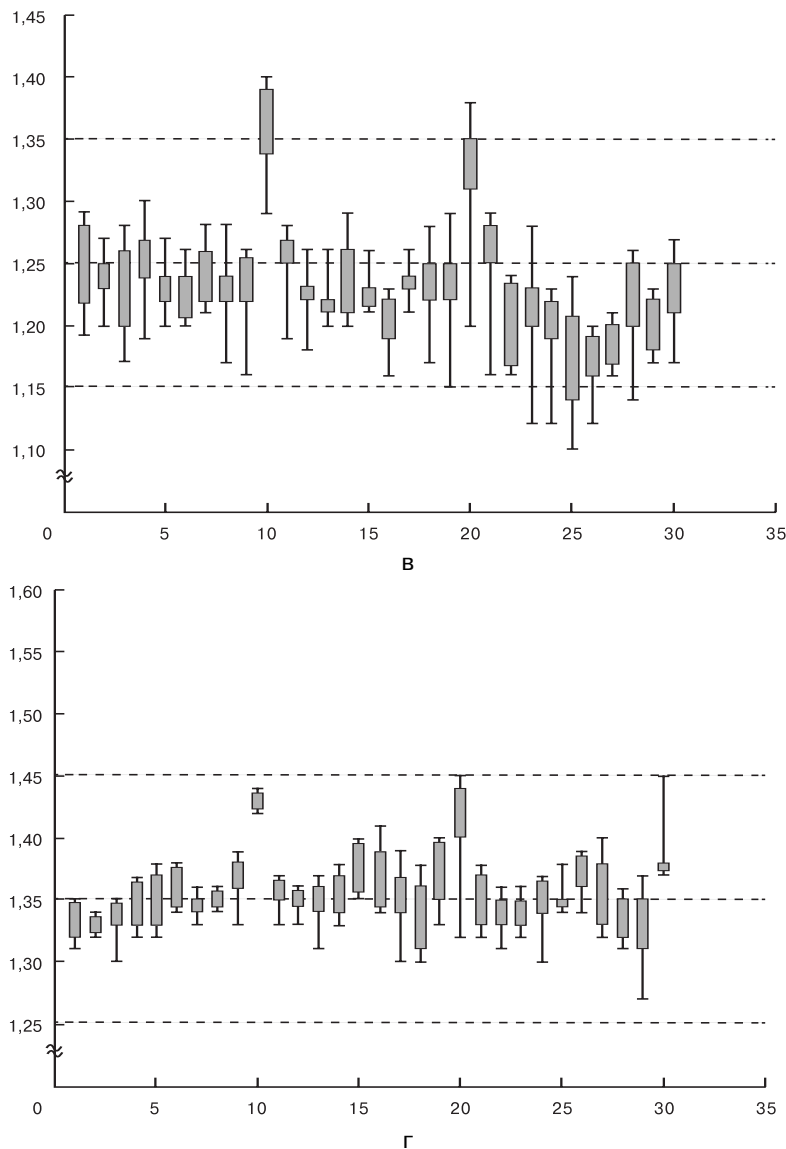
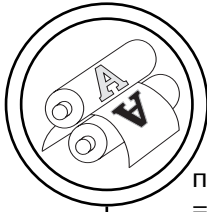


Рис. 1. Залежність  $D = f(N)$  розподілу фарбового шару ( $D$ ) пурпурового ( $v$ ) та жовтого ( $g$ ) кольорів за контрольованими зонами ( $N$ ) фарбового апарату друкарської машини (ЧМ-алгоритм Agfa Sublima 200) на папері масою  $1 \text{ м}^2$  220 г. Закінчення



повинен перевищувати  $\Delta D = \pm 0,1$  Б. Однак, загальний рівень розмаху варіації розрахованого за методикою [6] для всіх задруковуваних матеріалів спостерігається саме у чорній та пурпуровій фарбах (рис. 1–3, а, в). Це вказує на те, що дані

фарби приймають найбільше участі у синтезі кольору на відбитку та є сюжетно важливими для оригінал-макету.

За побудованими контрольними картами також можна визначити наскільки часто було здійснено коригування за пода-

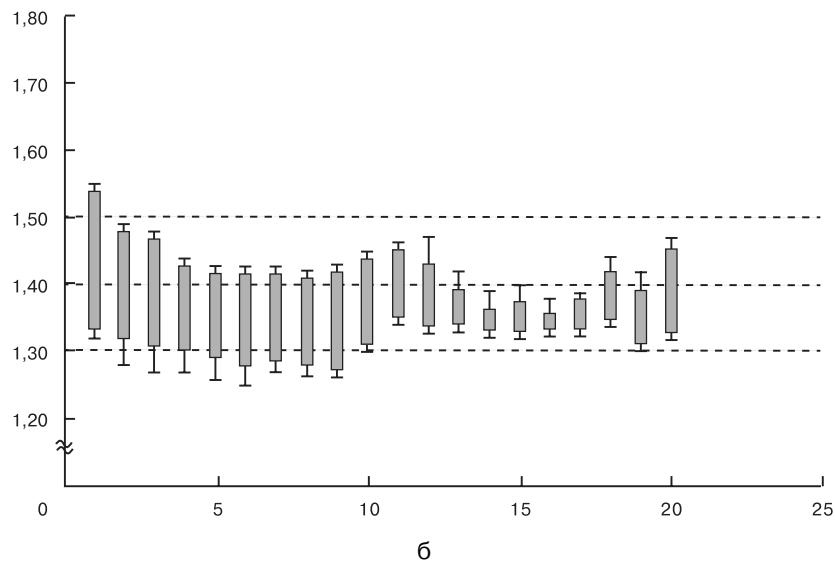
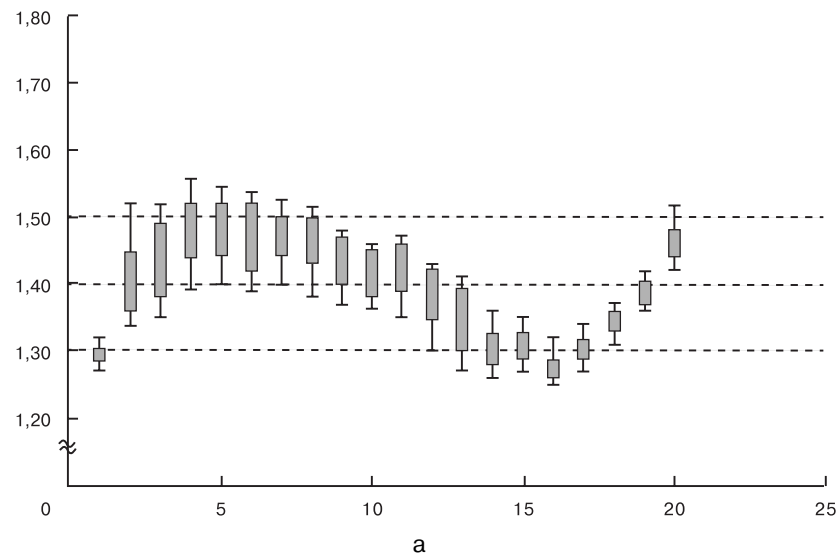
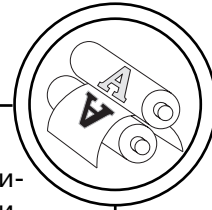


Рис. 2. Розподіл фарбового шару чорного (а), блакитного (б) кольорів за контрольованими зонами фарбового апарату друкарської машини (ЧМ-алгоритм Agfa Sublima 200) на папері масою  $1 \text{ м}^2$  250 г. Початок



чею фарби у всіх зональних ділянках фарбового апарату впродовж друкування. Так, найбільше коригування для крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 220 г (рис. 1) здійснювалося за чорною та пурпуровою фарбами, що у наслідку і при-

звело до високого рівня коливання оптичної густини за різними зональними ділянками на тиражному відбитку. Зокрема на плашках чорної та пурпурової фарб коливання оптичної густини за різними зонами складали  $\Delta D = \pm 0,075$  Б.

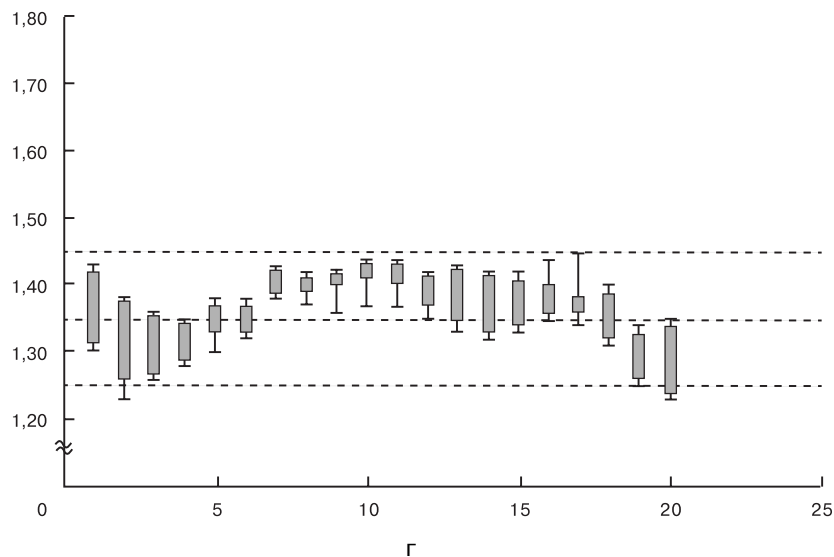
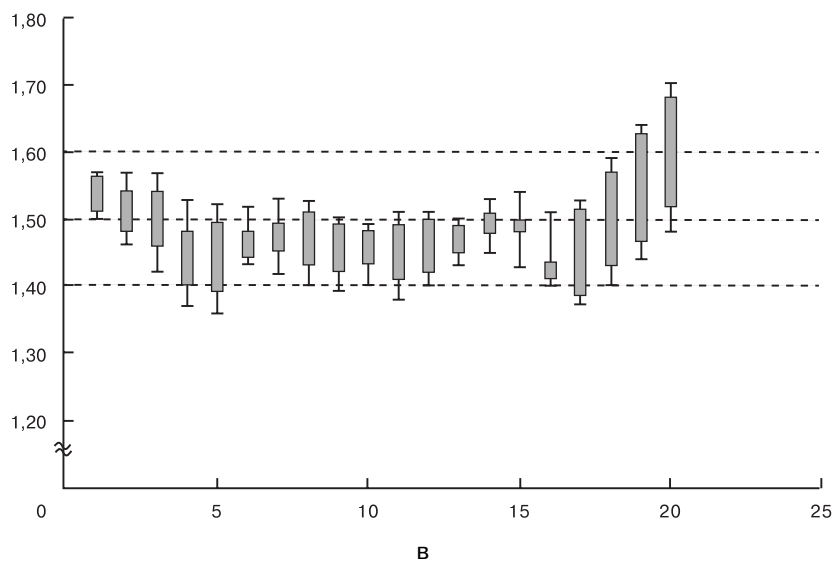
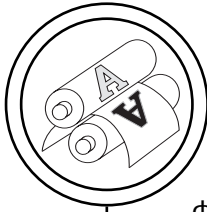


Рис. 2. Розподіл фарбового шару пурпурового (в), жовтого (г) кольорів за контрольованими зонами фарбового апарату друкарської машини (ЧМ-алгоритм Agfa Sublima 200) на папері масою 1 м<sup>2</sup> 250 г. Закінчення



Натомість жовта та блакитні фарби для крейдованого паперу масою  $1 \text{ м}^2 220 \text{ г}$  (рис. 1, б, г) на плашках різнилися за оптичною густиною в межах  $\Delta D = \pm 0,03 \text{ Б}$ , що майже удвічі менше за аналогічний показник для чорної та пурпурової фарб (рис. 1, а, в). Щодо крейдованого паперу масою  $1 \text{ м}^2 250 \text{ г}$  (рис. 2), то найменший середній рівень коригування оптичної густини притаманний жовтій фарбі і складає  $\Delta D = \pm 0,03 \text{ Б}$  (рис. 2, г), середній рівень коригувань присутній у чорній та пурпурній фарбах —  $\Delta D = \pm 0,05 \text{ Б}$  (рис. 2, а, в), відповідно максимальний рівень коригування присутній в блакитній фарбі —  $\Delta D = \pm 0,075 \text{ Б}$  (рис. 2, б).

Щодо крейдованого паперу масою  $1 \text{ м}^2 200 \text{ г}$ , при друці якого застосовувалася амплітудно-модульована технологія растрівання «Agfa Balance Screening», було виявлено підвищений рівень коливання оптичної густини для всіх фарб на рівні  $\Delta D = \pm 0,075\text{--}0,15 \text{ Б}$ . В деяких зональних ділянках рівень розмаху варіації оптичної густини перевищував ( $\Delta D = \pm 0,15 \text{ Б}$ ) встановлену стандартами [8–10] норму майже у три рази (рис. 3, а, 18 та 19 зональна ділянка; б, 1 зональна ділянка).

Щодо інтенсивності зміни оптичної густини на різних зональних ділянках тиражного відбитка, слід відзначити певну закономірність, яка полягає у більшій стохастичній зміні (інтенсивності) саме для крейдованого паперу масою  $1 \text{ м}^2 200 \text{ г}$ , при друці якого застосовувалася АМ технологія растру-

вання «Agfa Balance Screening» (рис. 3).

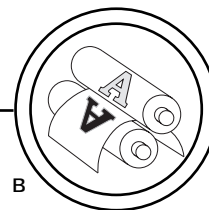
Натомість при застосуванні ЧМ технології Sublima, спостерігається певна плавність та помірність у зміні оптичної густини на тиражному відбитку (рис. 1, 2). Також, при детальному розгляді контрольних карт та аналізі найбільшої густини вибірок оптичної густини впродовж друку тиражу, можна зробити висновок, що найбільш стабільною за величиною зміни оптичної густини для всіх застосованих варіантів задрукованого паперу є чорна фарба, що вказує на її ключовий характер при коригуванні подачі фарби в зональній системі фарбового апарату (рис. 1–3, а).

*Аналіз стабільності оптичних характеристик фарби на відбитку за контрольною ЕЗКС-картою*

Для статистичного аналізу стабільності оптичних характеристик тиражного відбитку за розподілом оптичної густини на різних зональних ділянках фарбового апарату, було застосовано також різновид контрольних карт із розрахунком експоненційно зважених ковзних середніх (ЕЗКС). Застосовані контрольні ЕЗКС-карти (рис. 4–6) дозволили відслідковувати зміну показника якості (незначні коливання) під час друкування тиражу для визначення стабільності технологічного процесу, а також коригування процесу для запобігання виходу показника якості за допустимі межі.

Побудова контрольних ЕЗКС-карт здійснювалася на основі денситометричних да-





них, які фіксувалися в ході друку тиражу із застосуванням стандартної вибірки, а розрахунок ЕЗКС здійснювався стандартними засобами програмного пакету MS Excel 2007 згідно методики [6].

Контрольна ЕЗКС-карта створюється шляхом нанесення на графік значень  $Z$ , відповідно до порядку спостережень та позначення відповідної центральної лінії та меж регулювання, які розраховуються із врахуванням стандартного відхилення [6]:

$$\text{ЦЛ} = \mu_0, \quad (1)$$

$$\text{ВМР}_{\text{ЕЗКС}} = \mu_0 + L\sigma\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}[1-(1-\lambda)^{2i}]}, \quad (2)$$

$$\text{ЗМР}_{\text{ЕЗКС}} = \mu_0 - L\sigma\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}[1-(1-\lambda)^{2i}]}. \quad (3)$$

де ЦЛ — центральна лінія;  $\text{ВМР}_{\text{ЕЗКС}}$ ,  $\text{ЗМР}_{\text{ЕЗКС}}$  — верхня та нижня межі регулювання контрольної ЕЗКС-карти;  $\mu_0$  — цільове значення технологічного процесу;  $L$  — множник, що визначає ширину меж регулювання;  $\lambda$  — стандартне відхилення технологічного процесу;  $\lambda$  — константа, що змінюється у межах  $0 < \lambda < 1$ , а початкове значення в момент часу  $i = 1$ .

Використання виразів (1–3) підвищує ефективність встановлення наявності особливих причин виходу процесу із стану статистичного контролю одразу після створення контрольної карти. До того ж побудовані контрольні ЕЗКС-карти на ос-

нові початкових даних можна в ході оперативного моніторингу технологічного процесу доповнювати наступними даними, що дозволить оперативно реагувати на зміну контрольованого параметру.

Для розрахунку показника експоненційно зважених ковзних середніх для окремої зональної ділянки тиражного відбитка потрібно використати формулу [6]:

$$\begin{aligned} z_i &= \lambda x_i + (1-\lambda)z_0, \\ z_{i+1} &= \lambda x_{i+1} + (1-\lambda)z_i, \\ &\dots \\ z_{i+n} &= \lambda x_{i+n} + (1-\lambda)z_n. \end{aligned} \quad (4)$$

де  $z$  — значення експоненційно зваженого ковзного середнього контрольованої  $i$ -ї ділянки із  $n$ -ю кількістю контрольованих ділянок;  $x$  — вибіркове спостереження  $i$ -ї ділянки.

Згідно аналізу варіації величини оптичної густини при застосуванні системи зональної подачі фарби в друкарській машині (рис. 4–6), можна відзначити, що для всіх видів задрукованого матеріалу та фарб характерний певний вихід технологічного процесу за межі статистичного контролю. Причому наявні різноманітні розподіли значень оптичної густини відносно цільового значення (центральної лінії), що можна відстежити за окремими зональними ділянками тиражного відбитка.

Таким чином, підтверджується необхідність додаткового моніторингу зонального рівня оптичної густини, окрім наявного контролю за стандарт-

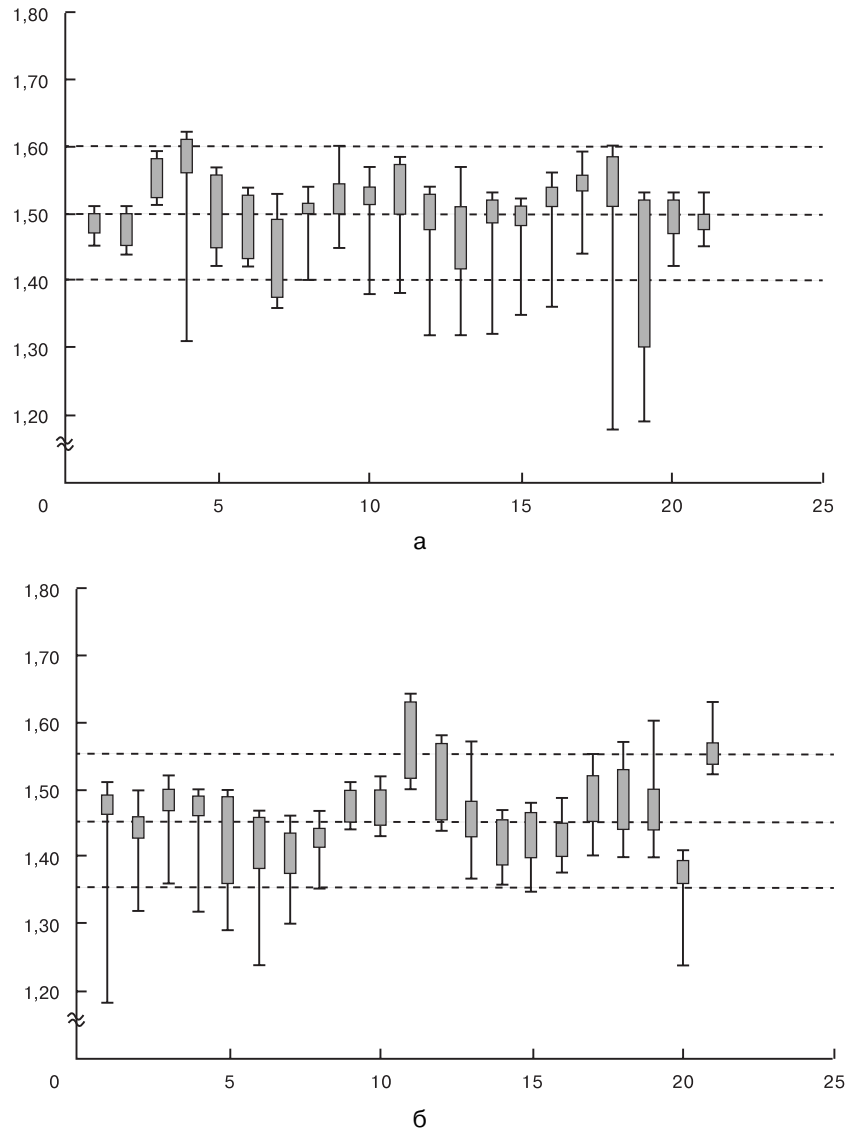
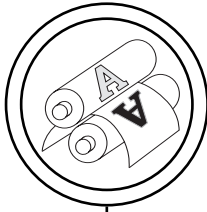


Рис. 3. Розподіл фарбового шару чорного (а), блакитного (б) кольорів за контрольованими зонами фарбового апарату друкарської машини (AM-алгоритм Agfa Balance Screening) та паперу масою 1 м<sup>2</sup> 200 г.  
Початок

ним загальним рівнем фарби на плашках. Слід, також, відзначити, що найбільш статистично нестабільним є зональна подача за чорною (рис. 4–6, а) та пурпуровою фарбами (рис. 4–6, в), відповідно  $n = 50\%$  та  $n = 30\%$  нестабільних зональних

ділянок від загальної кількості. Дещо помірна нестабільність спостерігається при відтворенні плашок блакитної (рис. 4–6, б) та жовтої фарб (рис. 4–6, г),  $n = 25\%$  нестабільних зональних ділянок на тиражному відбитку.

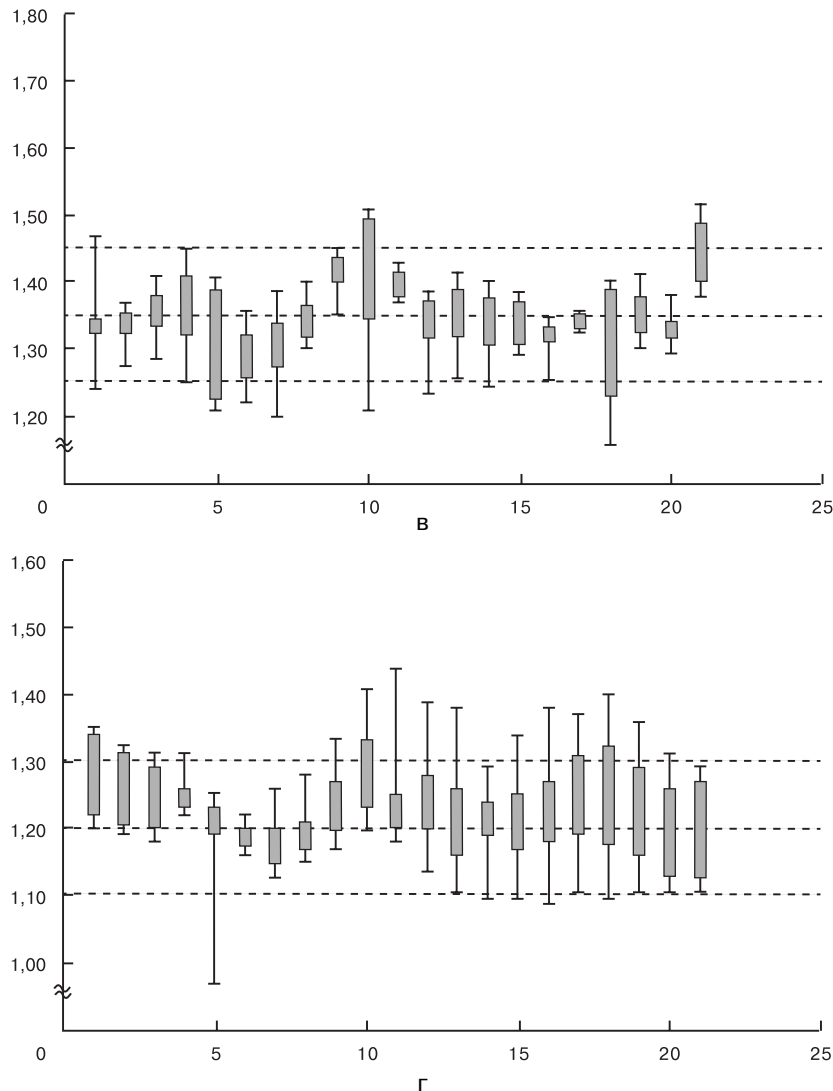
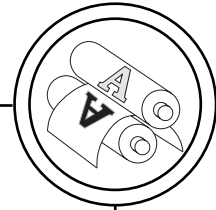


Рис. 3. Розподіл фарбового шару пурпурового (в) та жовтого (г) кольорів за контрольованими зонами фарбового апарату друкарської машини (АМ-алгоритм Agfa Balance Screening) та паперу масою 1 м<sup>2</sup> 200 г. Закінчення

*Зміни градаційних характеристик відбитка*

Товщина фарбового шару є одним із головних параметрів, що дозволяє здійснювати коригування балансу кольорів в процесі друку. Тому збільшення товщини фарбового шару, за рахунок збільшеної подачі

фарби на друкарську форму, неодмінно призведе до збільшення розтискування на тиражному відбитку. Допустима величина розтискування растрового елемента визначається нормативними документами і стандартами [8, 11–13].

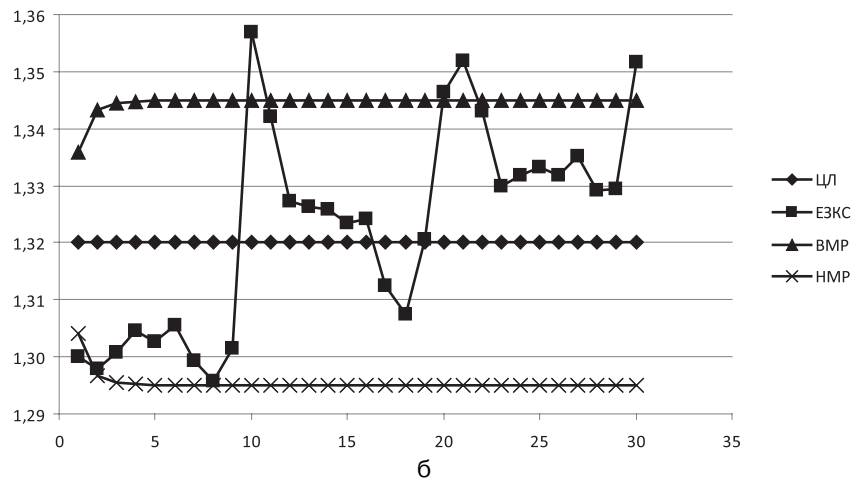
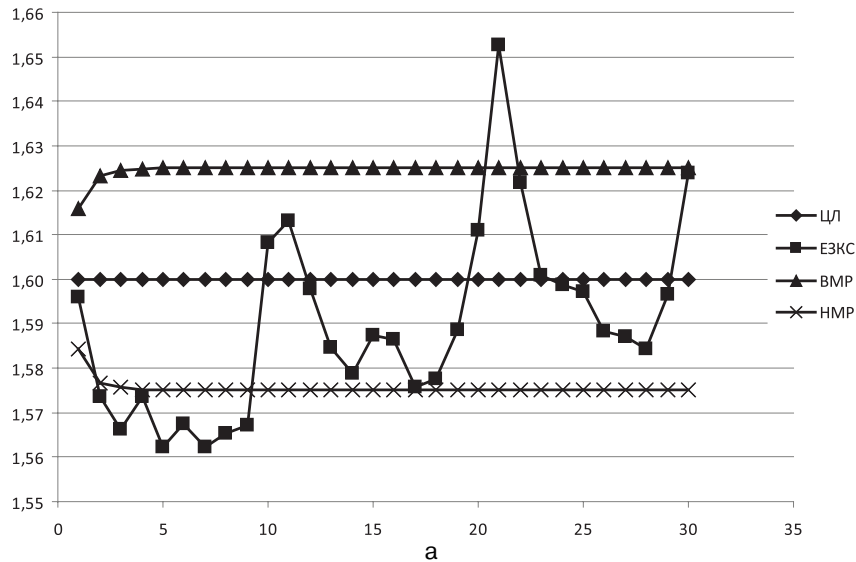
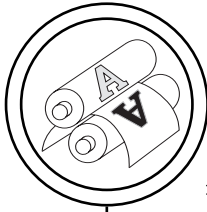


Рис. 4. Контрольна ЕЗКС-карта побудована в MS Excel 2007 за контрольованими зонами фарбового апарату із застосуванням крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 220 г (ЧМ-растрування): а — чорна, б — блакитна. Початок

Діапазон розтискування, що нормується стандартом, досить великий, тому при надмірній різниці між відхиленнями для різних фарб, можливе виникнення помітних колірних відхилень, які складно буде компенсувати змінюючи товщину фарбового шару на відбитку. Тому

контроль за величиною та характером розтискування для всіх фарб, дозволить стабілізувати колірний баланс зображення на тиражному відбитку.

Проведені розрахунки величини розтискування для всіх досліджуваних зразків паперу не виявило суттєвих недоліків,

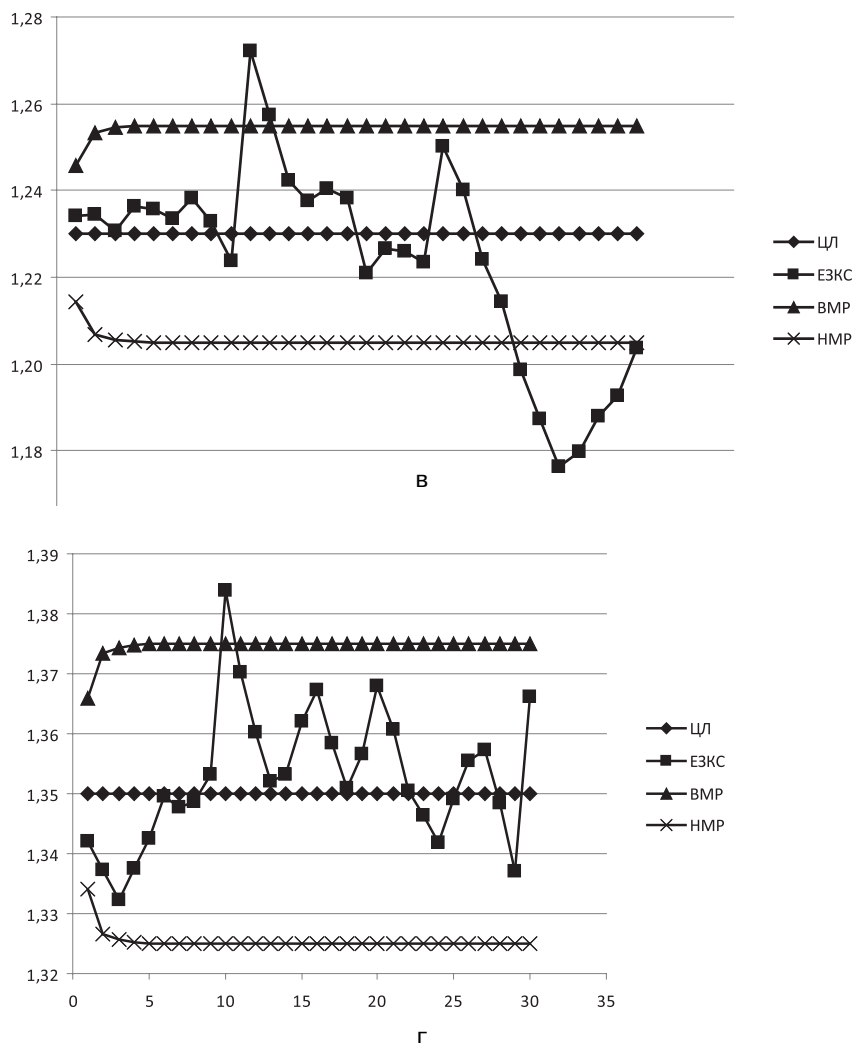
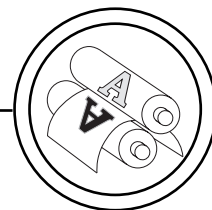


Рис. 4. Контрольна ЕЗКС-карта побудована в MS Excel 2007 за контрольованими зонами фарбового апарату із застосуванням крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 220 г (ЧМ-растрування): в — пурпурна, г — жовта фарби.  
Закінчення

що можуть впливати на зниження балансу кольорів на відбитку. Однак, існуюче незначне відхилення на рівні 5 % від максимально допустимої величини розтискування ( $\Delta S = 21\%$ ) для всіх фарб на крейдованому папері масою 1 м<sup>2</sup> 220 г не змінить суттєво баланс кольорів, але

може призвести лише до незначного спотворення градаційної передачі (зміни насиченості).

Доволі важливим є також аналіз характеру розтискування для всіх фарб, що дозволить встановити тенденції до зниження колірного балансу при

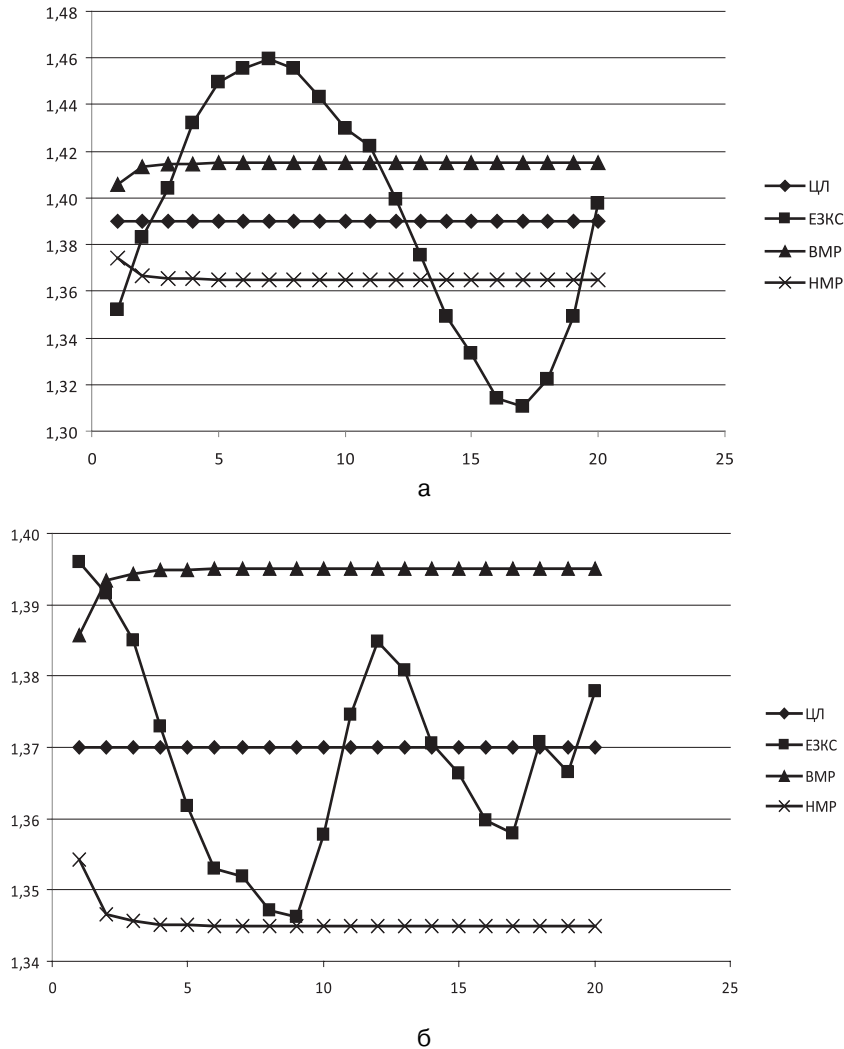
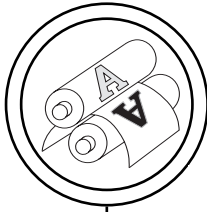


Рис. 5. Контрольна ЕЗКС-карта побудована в MS Excel 2007 за контрольованими зонами фарбового апарату із застосуванням крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 250 г (ЧМ-растрування): а — чорна, б — блакитна фарби. Початок

друкуванні. Так, наявна відмінність за величиною розтискування між пурпуровою та блакитною фарбами, що знаходяться на рівні 7–10 %, може вказувати на тенденцію до зниження колірного балансу при друкуванні. На етапі друкування, виправити негативну тенденцію

щодо зниження колірного балансу можна вирішити збільшенням загальної подачі фарби для фарби із найменшою величиною розтискування.

Отже, застосування додаткового контролю за градаційною передачею в процесі друкування, що передбачає побудову

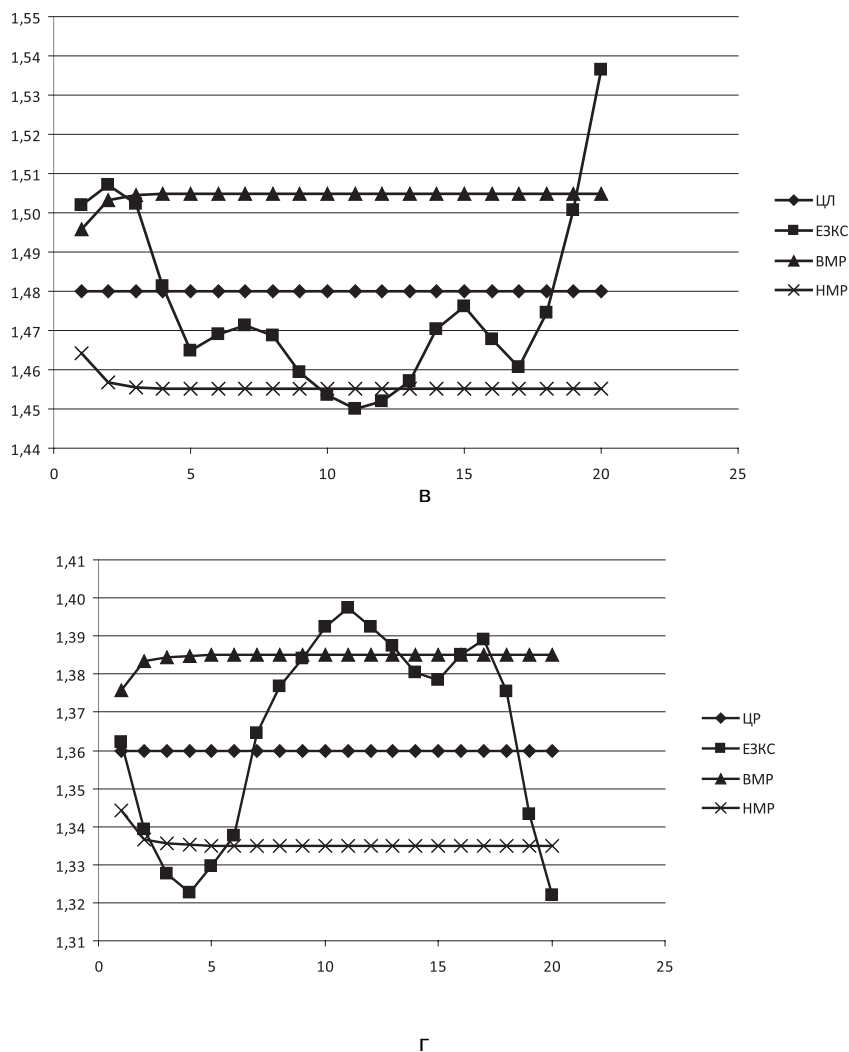
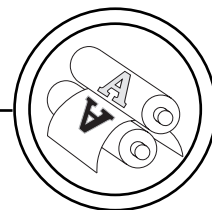


Рис. 5. Контрольна ЕЗКС-карта побудована в MS Excel 2007 за контрольованими зонами фарбового апарату із застосуванням крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 250 г (ЧМ-растрування): в — пурпурна, г — жовта фарби.  
Закінчення

кривих розтискування, дозволяє полегшити процес моніторингу загального рівня оптичної густини на тиражному відбитку.

*Зміни колірних характеристик відбитка*

Згідно нової редакції стандартів ISO 12647, що регламен-

тують якість процесу друкування [7–10, 13], показники колірних відмінностей ( $\Delta E$ ) відіграють провідну роль щодо контролю якості тиражних відбитків (рис. 7–10).

Наведені графіки колірного охоплення (рис. 7–9, а) дозволяють оцінити достатність

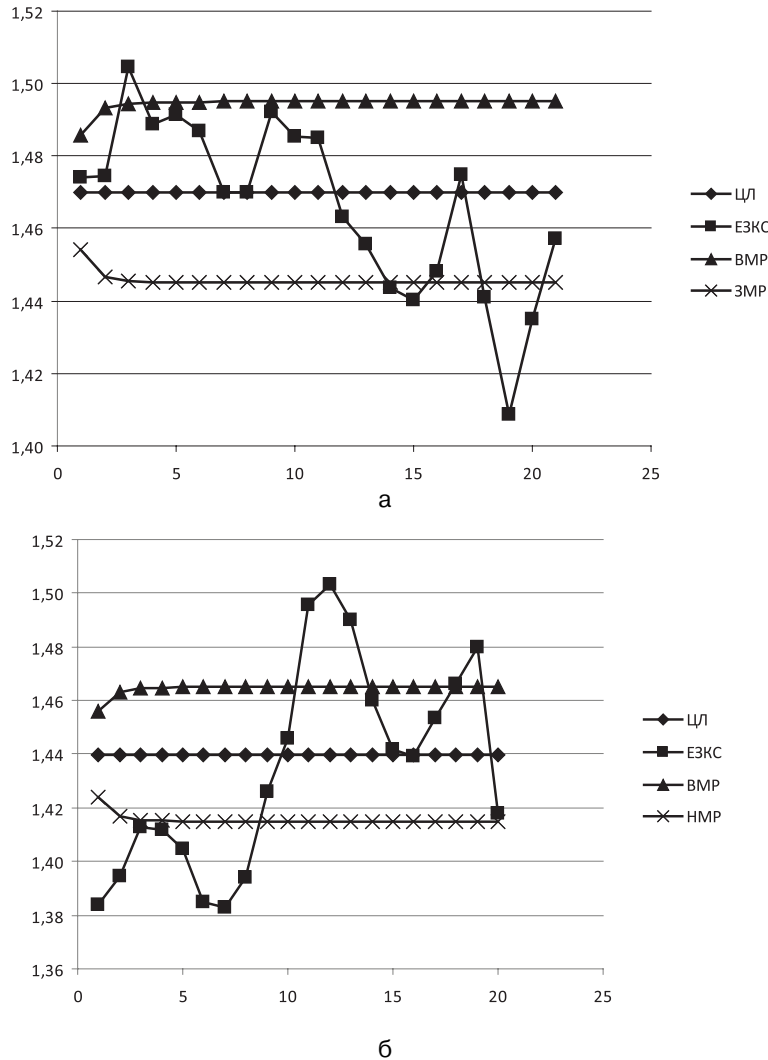
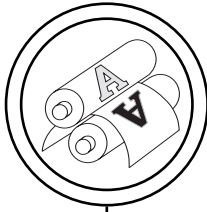


Рис. 6. Контрольна ЕЗКС-карта побудована в MS Excel 2007 за контрольованими зонами фарбового апарату із застосуванням крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 200 г (AM-растрування): а — чорна, б — блакитна фарби. Початок

обраних технологічних режимів, устаткування та витратних матеріалів для якісного процесу друкування. Оскільки міжнародними стандартами [8–10] регламентовані кольорні координати основних кольорів та подвійних накладань фарб для типових сортів паперу, то за

розрахованими значеннями кольорних відмінностей (рис. 7, б) можна оцінити можливе зниження балансу кольорів. Тому подібні одиничні показники якості, також дозволяють в процесі друкування контролювати рівень оптичної густини на відбитку.



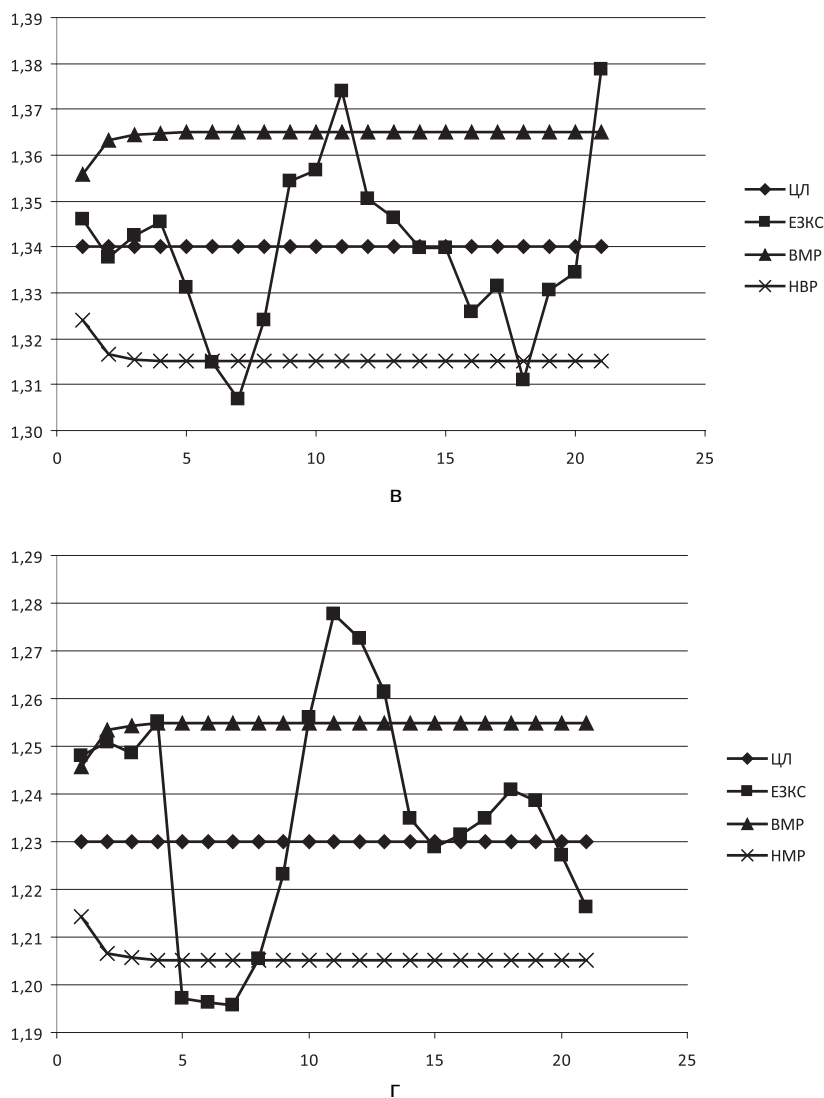
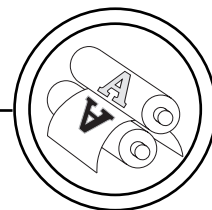


Рис. 6. Контрольна ЕЗКС-карта побудована в MS Excel 2007 за контрольованими зонами фарбового апарату із застосуванням крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 200 г (АМ-растрування): в — пурпурна, г — жовта фарби. Закінчення

Згідно (рис. 10) розрахованих спотворень для досліджуваних типів паперу, було встановлено великі спотворення для блакитного та синього кольорів. Найменше спотворюється пур-

пуровий, червоний та зелений кольори.

Хоча наявні певні спотворення на тиражних відбитках за кольірними відмінностями, слід зазначити, що кольірне охоплен-

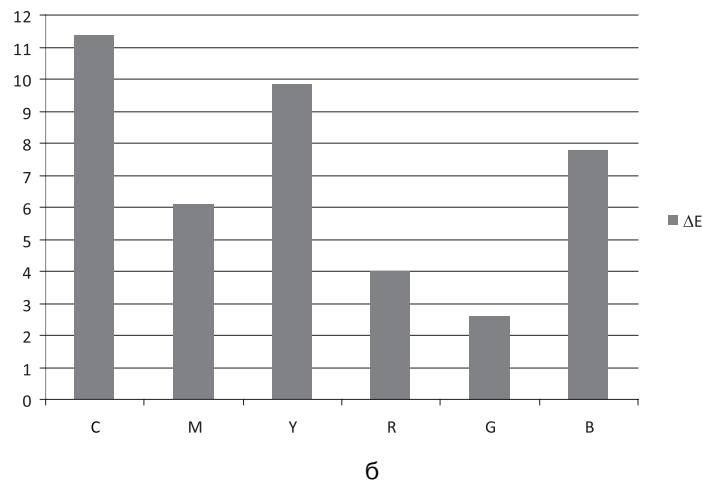
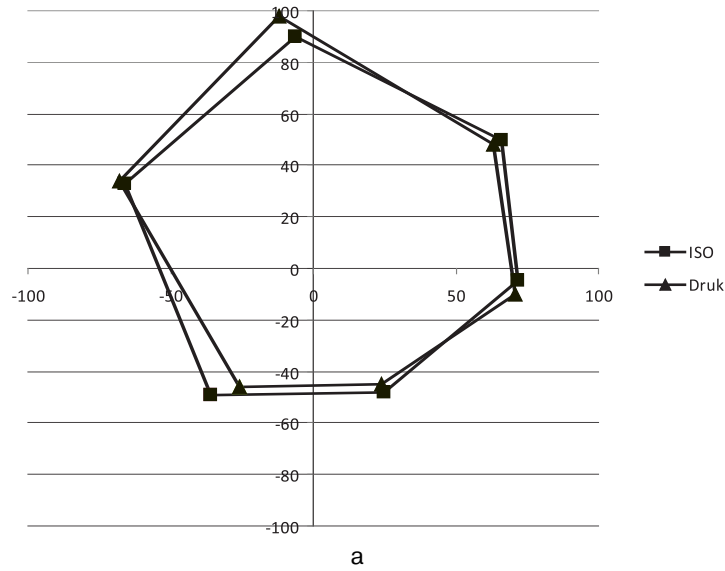
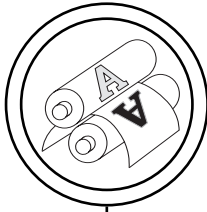


Рис. 7. Колірне охоплення за системою CIE La\*b\* (а) та гістограма колірної відхилення ( $\Delta E$ ) фарб тріади та бінарних поєднань фарб на плашках: ISO — колірне охоплення фарб за стандартом ISO 2649-1; Druk,  $\Delta E$  — колірне охоплення та відхилення кольору для крейдованого паперу (б) масою 1 м<sup>2</sup> 220 г (ЧМ-растрування)

ня друкарської машини, при застосуванні досліджуваних фарб і типів паперу є доволі подібними до еталонних значень міжнародних стандартів [10]. Існуючі розбіжності пояснюються складністю технологічного процесу

друкування та недосконалістю друкарських фарб [12, 13].

Отже, аналіз проведених досліджень дозволяє припустити, що типові системи зонального управління подачею фарби (система CPC Heidelberg) в про-

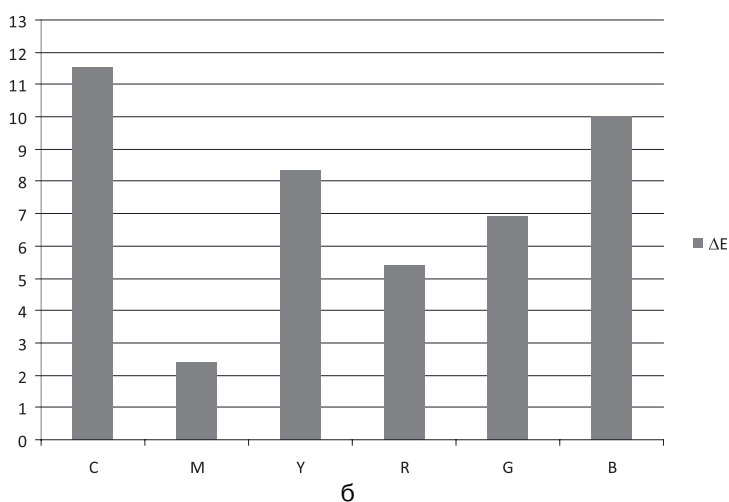
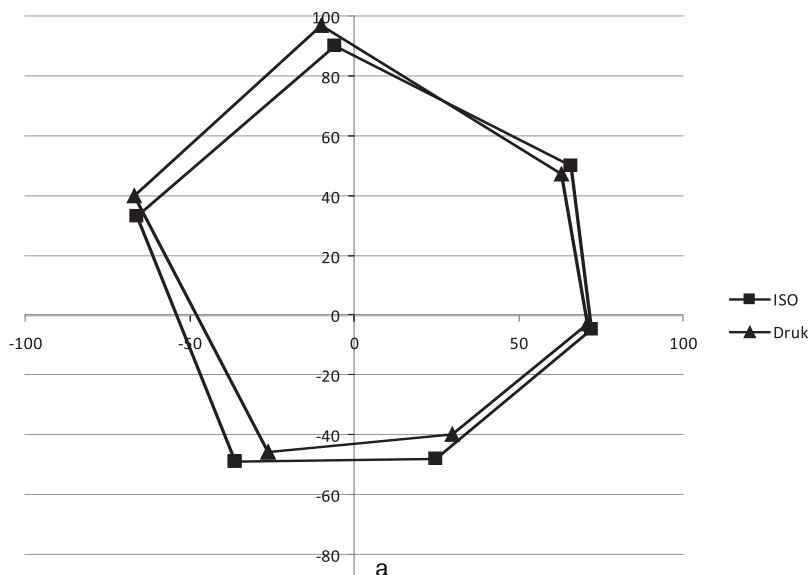
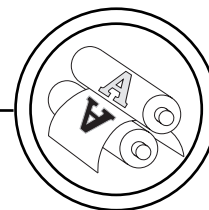


Рис. 8. Колірне охоплення за системою CIE La\*b\* (а) та гістограма колірної відхилення ( $\Delta E$ ) фарб тріади та бінарних поєднань фарб на плашках: ISO — колірне охоплення фарб за стандартом ISO 2649-1; Druk,  $\Delta E$  — колірне охоплення та відхилення кольору для крейдованого паперу (б) масою 1 м<sup>2</sup> 250 г (ЧМ-растрування)

процесі друкування дозволяють забезпечувати загальну якість оптичних та колірних характеристик відбитка. Однак, стабільність якісних параметрів в процесі друкування залишається доволі низькою, оскільки застосована система уп-

равління подачею фарби не дозволяє розглядати і аналізувати оптичні характеристики тиражного відбитка в динаміці. До того ж оцінка існуючих градаційних та колірних відхилень, також залишається поза увагою, хоча за новою редакцією

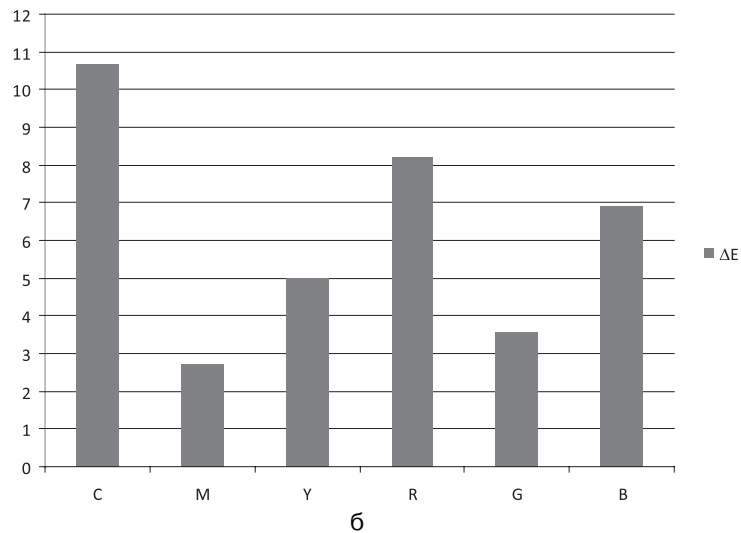
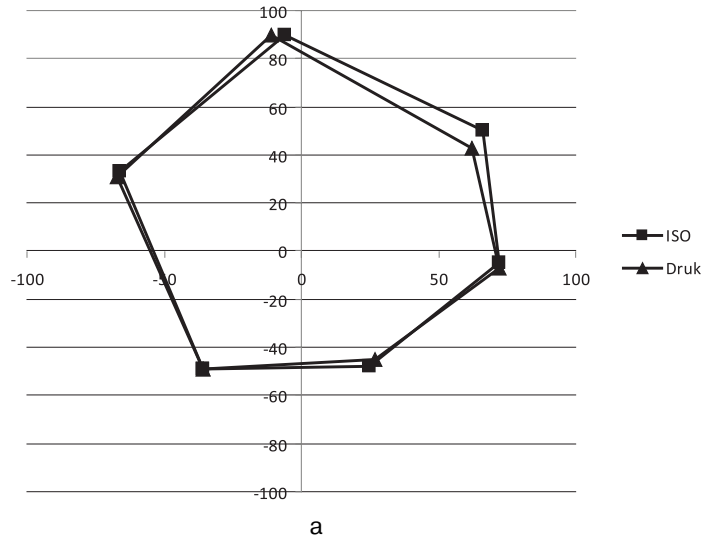
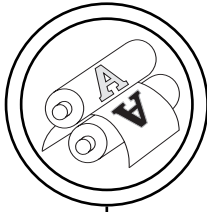


Рис. 9. Колірне охоплення за системою CIE La\*b\* (а) та гістограма колірної відхилення ( $\Delta E$ ) фарб триади та бінарних поєднань фарб на плашках: ISO — колірне охоплення фарб за стандартом ISO 2649-1; Druk,  $\Delta E$  — колірне охоплення та відхилення кольору для крейдованого паперу (б) масою 1 м<sup>2</sup> 200 г (AM-растрування)

стандарту ISO 12647:2004, саме колірні характеристики залишаються найважливішими при оцінці якості процесу друкування.

Тому, зважаючи на отримані результати виникає потреба у додатковому залученні до сис-

теми управління подачею фарби спеціальної методики для моніторингу, як оптичних характеристик тиражного відбитка в динаміці процесу друкування, так і градаційних і колірних характеристик для підвищення стабільності процесу друкуван-

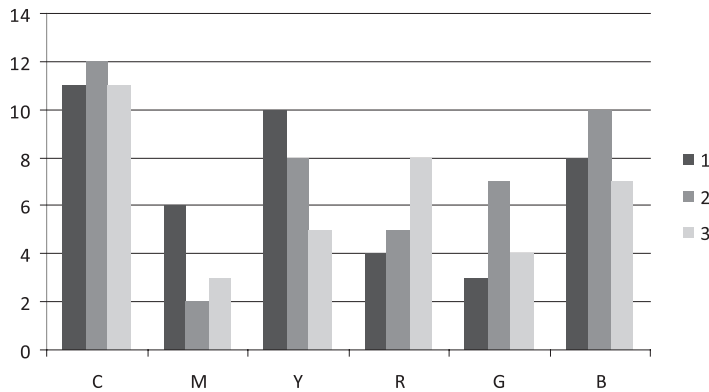
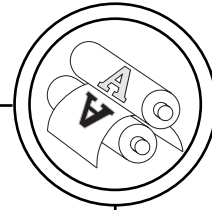


Рис. 10. Гістограма порівняння колірних відмінностей між різними досліджуваними матеріалами, крейдований папір масою 1 м<sup>2</sup>: 1 — 220 г (ЧМ-растрування); 2 — 250 г (ЧМ-растрування); 3 — 200 г (АМ-растрування)

ня багатофарбової журнальної продукції.

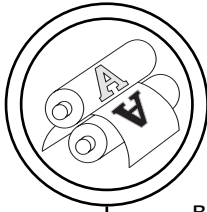
#### Висновки

1. Досліджено стабільність друкарського процесу за зміною одиничних показників якості тиражних відбитків багатофарбової журнальної продукції на аркушевій друкарській машині Heidelberg SM XL 102-5+L зі встановленою системою управління процесом друкування CPC Heidelberg на крейдованому папері масою 1 м<sup>2</sup>: 200 г (АМ-растр «Agfa Balance Screening»); 220 г (ЧМ-растр «Agfa Sublima»), 250 г (ЧМ-растр «Agfa Sublima»).

2. Застосована в дослідженні аркушева друкарська машина Heidelberg SM XL 102-5+L та режими друкування забезпечили мінімальні вимоги, щодо оптичних та колірних характеристик тиражного відбитку, що дало підстави застосувати виміряні одиничні показ-

ники якості тиражних відбитків для аналізу стабільності друкування, яка забезпечується стандартною системою управління процесом друкування CPC Heidelberg.

3. Встановлено, що при застосуванні типової системи зонального управління подачею фарби досліджувані типи крейдованого паперу із застосованими ЧМ-алгоритмами растрування забезпечують оптичні характеристики відбитка із максимальним рівнем коригування, який не перевищує допустимих норм ( $\Delta D = \pm 0,10$  Б) та становить  $\Delta D = \pm 0,075$  Б. Натомість при застосуванні крейдованого паперу із АМ-алгоритмом растрування максимальний рівень коригування оптичної густини може досягати  $\Delta D = \pm 0,2$  Б, що перевищує у два рази встановлені норми за рівномірністю оптичної густини та може призвести до зниження якості тиражного відбитка.



4. Аналіз результатів побудови контрольних карт та порівняння характеру зміни оптичної густини для всіх фарб впродовж друку тиражу вказує на те, що найбільш стабільною за якістю відтворення нормованої оптичної густини є чорна фарба, що вказує на її ключовий характер при коригуванні подачі фарби в зональній системі фарбового апарату аркушевої друкарської машини Heidelberg SM XL 102-5+L.

5. Застосована контрольна ЕЗКС-карта дозволила виявити, що для всіх видів задрукованого матеріалу та фарб характерний певний вихід технологічного процесу за межі статистичного контролю. Причому наявні різноманітні розподіли значень оптичної густини відносно цільового значення (центральної лінії), які спостерігаються за окремими зональними ділянками тиражного відбитка.

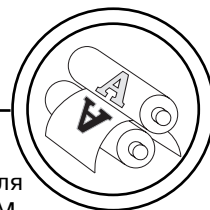
6. Згідно розрахунків статистичної стабільності оптичних характеристик відбитка встанов-

лено необхідність додаткового моніторингу рівня оптичної густини за окремими зональними ділянками, окрім наявного контролю за загальним рівнем фарби на плашках. Оскільки, найбільш статистично нестабільною виявилася зональна подача за чорною та пурпуровою фарбами, яка склала відповідно  $n = 50\%$  та  $n = 30\%$  нестабільних зональних ділянок від загальної кількості. Тому додатковий моніторинг за окремими зонами, дозволить стабілізувати оптичні характеристики відбитка в межах тиражу.

7. Враховуючи результати дослідження, запропоновано додаткове залучення до системи управління подачею фарби спеціальної методики для моніторингу, як оптичних характеристик тиражного відбитка в динаміці процесу друкування, так градаційних і колірних характеристик для підвищення стабільності процесу друкування багатофарбової журнальної продукції.

### Список використаної літератури

1. Величко О. М. Видавничо-поліграфічна справа. Практикум з проектування і розрахунку технологічних і виробничих процесів : навч. посіб. / О. М. Величко. — Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2009. — 520 с.
2. Кириченко І. Журнальне виробництво : історія / І. Кириченко // Друкарство. — 2005. — № 4. — С. 14–17.
3. Зимина Л. В. Современные издательские стратегии : от традиционного книгоиздания до сетевых технологий культурной памяти / Л. В. Зимина. — М. : Наука, 2004.
4. Розум О. Формати видань / О. Розум // Друкарство. — 2005. — № 1. — С. 20–22.
5. Ширенов Д. Краску — в растр [Электронный ресурс] // Publish. — 2003. — Режим доступа : [www.publish.ru/articles/200310\\_4049420](http://www.publish.ru/articles/200310_4049420).
6. Захожай В. Б. Статистичне забезпечення управління якістю / В. Б. Захожай, А. Ю. Чорний. — К. : Центр навчальної літератури, 2005. — 340 с.



7. Клячкин В. Н. Модели и методы статистического контроля многопараметрического технологического процесса / В. Н. Клячкин. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 196 с.

8. Технология цветной печати — Управление процессами производства пробных отпечатков и печатных форм методом полутонного цветоделения. — Часть 2: Офсетные литографические процессы [Электронный ресурс] / Международный стандарт ISO 12647-2. Второе издание. — 2004. — Режим доступа : [http://sovsib.ru/color/iso12647\\_ru.pdf](http://sovsib.ru/color/iso12647_ru.pdf).

9. ISO 2846-1:2006. Graphic technology — Colour and transparency of printing ink sets for four-colour printing — Part 1: Sheet-fed and heat-set web offset lithographic printing.

10. L\*a\*b\* values of process inks for commercial printing. Technical information [Digital Source] / Huber Group. — 2004. — Web Link: <http://www.huber-group.info/lang/en/tipdf/39104E.PDF>.

11. Растискивание : Что с ним делать. И нужно ли? [Электронный ресурс] // Формат. — № 5. — 2005. — Режим доступа : [http://www.kursiv.ru/kursivnew/format\\_magazine/archive/10/6.php](http://www.kursiv.ru/kursivnew/format_magazine/archive/10/6.php).

12. Баканов В. Контроль печатного процесса [Электронный ресурс] // Компьюарт. — № 9. — 2010. — Режим доступа : <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=21668&iid=990>.

13. Гудилин Д. Денситометрия в офсетной печати [Электронный ресурс] // Компьюарт. — № 1. — 2003. — Режим доступа : <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=8351&iid=337>.

### References

1. Velychko O. M. Vydavnycho-polihrafichna sprava. Praktykum z proektuvannia i rozrakhunku tekhnolohichnykh i vyrobnychkh protsesiv : navch. posib. / O. M. Velychko. — Kyiv : Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskiy universytet», 2009. — 520 s.

2. Kyrychenko I. Zhurnalne vyrobnytstvo : istoriia / I. Kyrychenko // Drukarstvo. — 2005. — № 4. — S. 14–17.

3. Zimina L. V. Sovremennye izdatel'skie strategii : ot tradicionnogo knigoizdaniia do setevykh tekhnologij kul'turnoj pamjati / L. V. Zimina. — M. : Nauka, 2004.

4. Rozum O. Formaty vydan / O. Rozum // Drukarstvo. — 2005. — № 1. — S. 20–22.

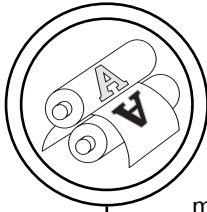
5. Shirenov D. Krasku — v rastr [Jelektronnyj resurs] // Publish. — 2003. — Rezhim dostupu : [www.publish.ru/articles/200310\\_4049420](http://www.publish.ru/articles/200310_4049420).

6. Zakhozhai V. B. Statystychni zabezpechennia upravlinnia yakistiu / V. B. Zakhozhai, A. Iu. Chornyi. — K. : Tsentr navchalnoi literatury, 2005. — 340 s.

7. Kljachkin V. N. Modeli i metody statisticheskogo kontrolja mnogoparametricheskogo tehnologicheskogo processa / V. N. Kljachkin. — M. : FIZMATLIT, 2011. — 196 s.

8. Tehnologija cvetnoj pechati — Upravlenie processami proizvodstva probnykh otpechatkov i pechatnykh form metodom polutonovogo cvetodelenija. — Chast' 2: Ofsetnye litograficheskie processy [Jelektronnyj resurs] / Mezhdunarodnyj standart ISO 12647-2. Vtoroe izdanie. — 2004. — Rezhim dostupa : [http://sovsib.ru/color/iso12647\\_ru.pdf](http://sovsib.ru/color/iso12647_ru.pdf).

9. ISO 2846-1:2006. Graphic technology — Colour and transparency of printing ink sets for four-colour printing — Part 1: Sheet-fed and heat-set web offset lithographic printing.



10. L\*a\*b\* values of process inks for commercial printing. Technical information [Digital Source] / Huber Group. — 2004. — Web Link: <http://www.huber-group.info/lang/en/tipdf/39104E.PDF>.

11. Rastiskivanie : Chto s nim delat'. I nuzhno li? [Jelektronnyj resurs] // Format. — № 5. — 2005. — Rezhim dostupa : [http://www.kursiv.ru/kursivnew/format\\_magazine/archive/10/6.php](http://www.kursiv.ru/kursivnew/format_magazine/archive/10/6.php).

12. Bakanov V. Kontrol' pechatnogo processa [Jelektronnyj resurs] // Komp'juart. — № 9. — 2010. — Rezhim dostupa : <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=21668&iid=990>.

13. Gudilin D. Densitometrija v ofsetnoj pechati [Jelektronnyj resurs] // Komp'juart. — № 1. — 2003. — Rezhim dostupa : <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=8351&iid=337>.

**Исследована стабильность печатного процесса по изменению единичных показателей качества тиражных оттисков многокрасочной журнальной продукции с применением статистического анализа и построением контрольных карт с расчетом экспоненциально взвешенных скользящих средних. Предложено дополнительное привлечение к системе управления подачей краски методики для мониторинга печатно-технических характеристик тиражного оттиска в динамике процесса печатания многокрасочной журнальной продукции.**

**Ключевые слова:** журнальная продукция, офсетная плоская печать с увлажнением печатных форм, системы контроля качества продукции, контрольные карты технологического процесса, экспоненциально взвешенные скользящие средние.

**Investigated the stability of the printing process by changing individual parameters replicable quality prints of multicolor magazines using statistical analysis and the construction of control charts with calculations exponentially weighted moving averages. An additional attraction of the system of supply control method for monitoring ink printing, the technical characteristics of a prints in the dynamics of the process of printing multicolor magazines.**

**Keywords:** magazine production, offset lithography humidified printed forms, quality control systems, process control charts, exponentially weighted moving averages.

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

Надійшла до редакції 26.05.14