

© Н. Л. Талімонова, асистент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**АЛГОРИТМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВРАХУВАННЯ
ЯВИЩА ПЕРЕБИВАННЯ ФАРБИ НА ЗВОРОТ
ПІД ЧАС СОРТУВАННЯ БАНКНОТ**

При збільшенні неоднорідності структури паперу на ділянках водяних знаків змінюється і точність відповідності кольорових характеристик на відбитку оригіналу, а також, нерівномірне перебивання фарби на зворот відбитку, що спричиняє необґрунтоване вилучення з обігу придатних банкнот через помилкову оцінку їх стану як зношених через перевищення допусків за показниками забруднення. Тому, для забезпечення належної якості автоматизованого сортування банкнот має бути розроблено методологію прогнозування зміни колірності звороту відбитка на папері спеціального призначення з врахуванням його структурних характеристик та методологію визначення кількісних значень характеристик просвіту паперу з півтоновими водяними знаками.

Ключові слова: водяний знак; банкнотне виробництво; перебивання фарби; просвіт паперу; автоматизоване сортування банкнот.

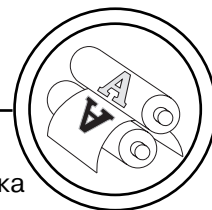
Постановка проблеми

Однією з проблем автоматизованого сортування банкнот є необґрунтоване вилучення з обігу придатних банкнот через помилкову оцінку їх стану як зношених. Це є наслідком дії низки чинників: відмінностей у калібруванні сенсорів сортувального обладнання, відхилень у межах допуску колірності банкнотного паперу із різних партій, а також окремим урахуванням показників зношеності. Загальна забрудненість встановлюється за результатами вимірювання оптичних характеристик у чітко визначених для кожного номіналу незадрукова-

них (на лиці банкноти) або задрукованих світлими кольорами (на звороті). Для української гривні це область водяного знаку, але за його межами, що задруковується лише тонкими гільйошними лініями офсетного друку зі звороту [1].

Нерівномірне проникнення фарби у папір з водяними знаками може призводити до зміни колірності звороту відбитків, а отже, і до помилкового сприйняття перебивання фарби на зворот як забруднення банкноти [2]. Тому, при розробці допусків на колірні відхилення у зоні контролю, необхідно враховувати явище перебивання фарби.

© 2016 р.



Мета роботи

Метою даного дослідження є розробка методології прогнозування зміни колірності звороту відбитка на папері спеціального призначення з врахуванням його структурних характеристик та методології визначення кількісних значень характеристик просвіту паперу з півтоновими водяними знаками.

Результати проведених досліджень

Для визначення відхилення кольору банкноти, спричинене перебиванням фарби на зворот, було розроблено математичну модель, що дозволяє застосувати вхідні параметри з різними розмірностями та здійснювати одночасне варіювання декількох параметрів.

На явище перебивання та на вплив цього явища на колір зво-

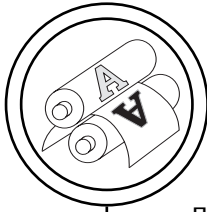
роту відбитка впливає низка факторів (рис. 1). На ступінь проникнення фарби на зворот впливають як фізико-хімічні властивості паперу, так і фарб [3, 4]. На зміну кольору звороту впливає як глибина проникнення фарби, так і відмінність її кольору від кольору паперу та характеру штрихів. Чим менше відрізняється колір фарби від кольору паперу (світла фарба), і чим тонші і рідші будуть штрихи, тим менш помітним буде перебивання на зворот.

Тому, для моделювання колірних відмінностей звороту відбитку, вирішено враховувати наступні фактори впливу:

- оптична густина на просвіт незадрукованого паперу на ділянці контролю (Dпр);
- шорсткість незадрукованого паперу на ділянці контролю (Ra, мкм);



Рис. 1. Фактори впливу на явище перебивання фарби на зворот відбитка



- товщина незадрукованого паперу на ділянці контролю (T , мкм);
 - параметри водяного знаку у зоні контролю (i — кількість умовних зон; s_1, \dots, s_i — відносна площа кожної зони);
 - відмінність між кольором паперу та кольором фарби ($\Delta E_{п/ф}$);
 - кількість нанесеної фарби (m , г/м²);
 - відносна площа штрихів у зоні контролю ($S_{штр.}$).
- Алгоритм визначення зміни кольору звороту відбитків

внаслідок перебивання фарби на зворот наведено на рис. 2.

Враховуючи специфіку структури паперу з водяними знаками, визначення більшості його друкарських властивостей стандартними способами є некоректним. Наявність півтонових водяних знаків ще більше ускладнює цей процес, оскільки заміри на найтемнішій чи найсвітлішій ділянці водяного знаку не дають вичерпної інформації про характеристики паперу на певній ділянці площі [5–7]. Для більш точного аналізу параметрів паперу з

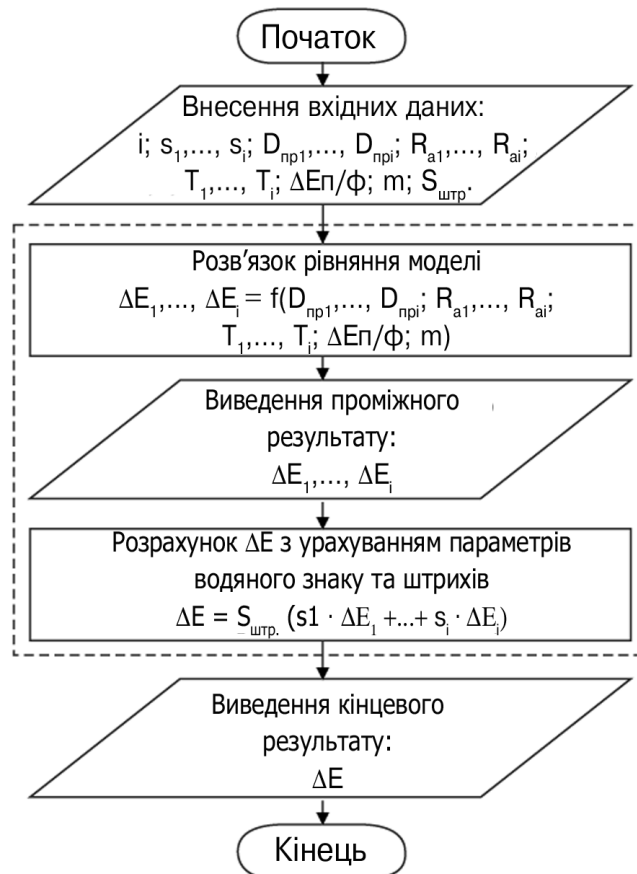
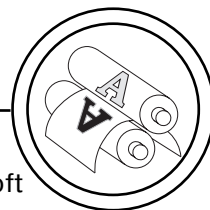


Рис. 2. Алгоритм визначення зміни кольору звороту відбитків внаслідок перебивання фарби



півтоновими водяними знаками було розроблено алгоритм визначення оптичної густини на просвіт.

Даний алгоритм передбачає сканування на просвіт банкнотного паперу у зоні контролю та його оцифрування, в результаті чого отримують ч/б зображення, що розбивається на певну кількість комірок. Визначається кількість умовних зон та діапазон їх оптичних густин, після чого аналізується кожна комірка зображення та привласнюється певній зоні, розраховується відносна площа кожної зони та середнє значення її оптичної густини на просвіт. Оптична густина визначається по цифровому зображенню, виходячи з % чорного або з коефіцієнтів R, G, B (Colour = rR + gG + bB, r = g = b = [0...255]).

Алгоритм визначення оптичної густини на просвіт у зоні контролю представлено на рис. 3.

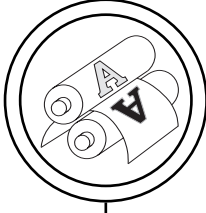
За допомогою розробленого алгоритму було визначено параметри просвіту ділянки водяного знаку на банкноті номіналом 50 гривень, що не була в обігу (рис. 4). Для цього ділянку оцифрованого зображення просвіту банкноти (фактичний розмір ділянки 12×12 мм) було розбито на 400 комірок (20×20). В результаті обробки колірних даних кожної комірки, було отримано масив значень коефіцієнтів r, g, b (табл. 1). Отримані дані оброб-

лялися в програмі Microsoft Excel, що дало змогу розрахувати значення, представлені в табл. 2.

Висновки

Враховуючи наявні недоліки автоматизованого сортування банкнот, було розроблено алгоритм та здійснено моделювання визначення зміни кольору звороту відбитків, що виникає внаслідок перебивання фарби, який дозволить уникнути необґрунтованого вилучення з обігу придатних банкнот через помилкову оцінку їх стану як зношених. Під час моделювання було враховано основні фактори, що впливають на якість друку, враховано взаємний зв'язок між структурними характеристиками паперу, колірними характеристиками паперу і фарб, кількістю фарби на відбитку, параметрами мікроштрихів та колірними характеристиками звороту відбитку.

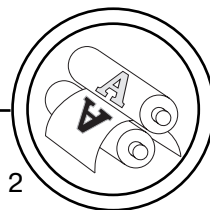
Для об'єктивної оцінки структури паперу з півтоновими водяними знаками було запропоновано методику, що дозволяє отримати кількісні значення характеристик просвіту паперу. Визначено параметри просвіту ділянки водяного знаку на банкноті номіналом 50 гривень. Розраховано середнє значення оптичної густини на просвіт для кожної з трьох умовних зон, що становить 0,69; 0,81; 0,95, та відносну площу кожної зони — 25 %, 51 %, 24 %.



Таблиця 1

Масив значень коефіцієнтів γ , δ для кожної комірки ділянки зображення

131	104	84	114	142	129	128	158	162	168	171	176	178	179	169	145	146	142	147	172
150	113	88	114	140	134	132	152	150	154	158	165	174	150	146	161	163	160	169	152
142	121	90	116	123	99	107	111	107	113	115	142	138	129	172	169	170	171	178	150
157	129	88	119	119	118	107	110	107	114	104	107	104	141	175	179	166	175	171	138
152	126	88	122	124	119	133	153	162	162	141	118	108	117	150	154	178	178	134	123
149	133	97	113	114	127	156	149	142	140	126	132	128	102	117	142	178	180	154	119
150	123	99	110	117	138	127	124	104	90	109	127	125	114	111	149	185	187	169	122
147	127	114	115	108	123	142	156	134	123	133	147	138	109	115	168	191	187	171	144
131	122	102	115	107	140	163	166	162	150	141	138	131	102	133	166	189	189	165	154
123	113	88	121	102	122	158	159	150	151	144	118	122	115	152	161	182	171	145	137
131	131	94	113	111	95	122	149	152	132	119	114	131	138	157	161	165	149	119	124
146	129	88	119	129	131	128	117	119	125	141	149	138	134	139	149	171	161	136	100
141	123	97	117	140	151	166	171	178	175	171	146	126	158	138	157	161	166	124	119
140	157	98	107	128	147	142	150	166	161	136	123	156	165	178	169	182	163	136	141
153	151	107	100	126	152	149	150	141	123	136	117	149	162	171	178	156	141	141	142
126	127	111	89	109	138	152	134	119	137	133	111	131	139	127	114	126	121	124	132
126	131	123	95	102	141	133	139	158	169	152	132	95	116	131	134	125	115	111	132
132	124	119	92	108	118	132	153	177	177	152	136	121	125	127	128	132	133	131	132
139	139	121	100	114	113	136	136	141	150	152	149	163	175	178	185	171	174	163	144
142	134	110	104	123	139	132	146	156	161	158	169	166	175	177	182	180	177	185	180



Таблиця 2

Значення параметрів просвіту ділянки з півтоновим водяним знаком

	Кількість комірок у даній зоні n	Середнє значення коефіцієнтів $r = g = b$	Середнє значення оптичної густини на просвіт $D_{пр}$.	Відносна площа комірок даної зони s, %
Зона 1	99	155	0,69	25
Зона 2	205	143	0,81	51
Зона 3	96	111	0,95	24

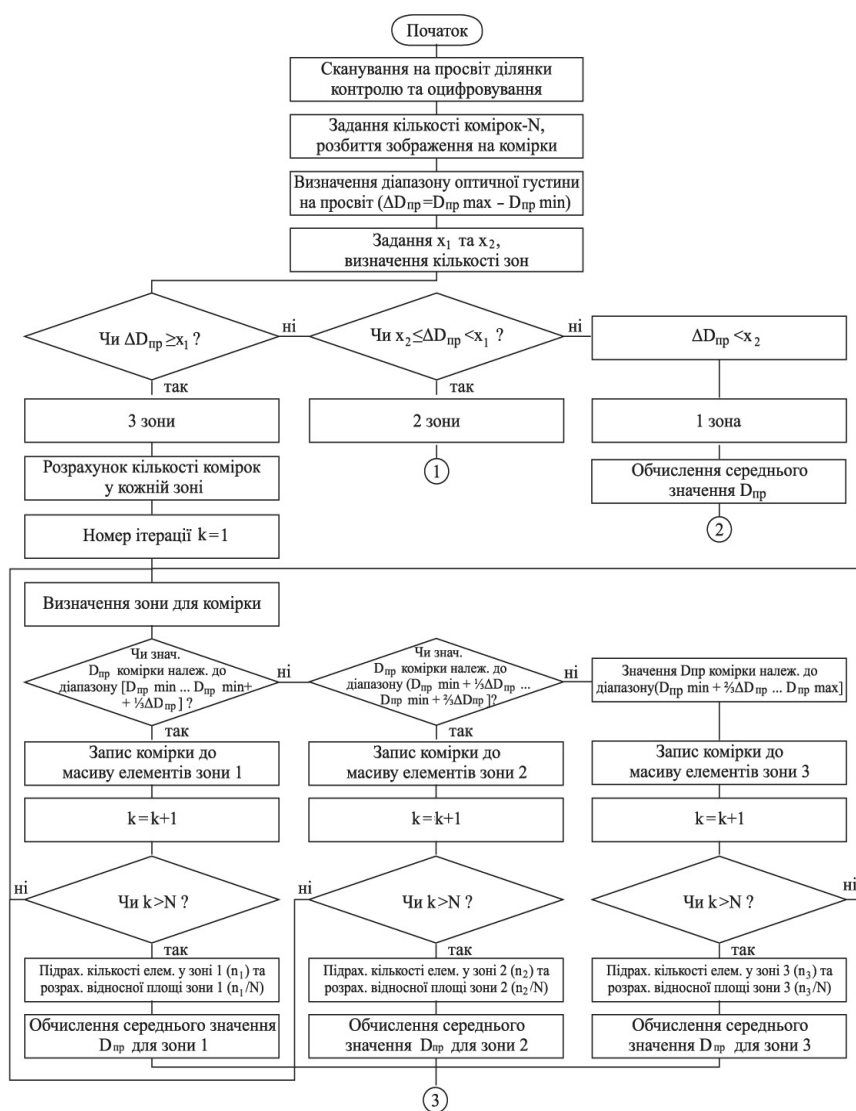


Рис. 3. Алгоритм визначення оптичної густини на просвіт у зоні контролю.
Початок

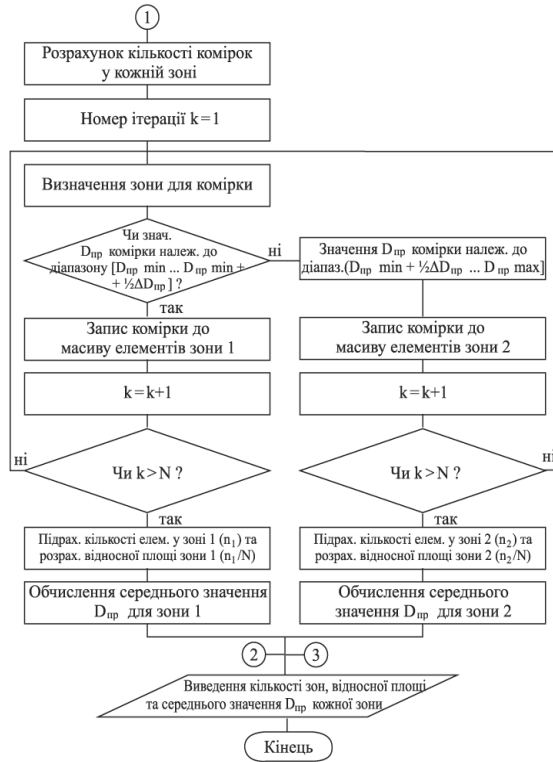
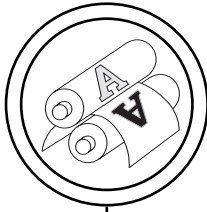


Рис. 3. Алгоритм визначення оптичної густини на просвіт у зоні контролю. Закінчення

Список використаної літератури

1. Киричок Т. Ю. Вплив явища перебивання фарби на зворот на достовірність визначення зношеності під час автоматизованого сортування банкнот / Т. Ю. Киричок // Технологія і техніка друкарства. — К., 2015. — № 1(47). — С. 4–10. — Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/43266>.
2. Киричок Т. Ю. Моделювання проникнення фарби в папір з водяними знаками під час офсетного друку / Т. Ю. Киричок, Н. Л. Талімонова, В. І. Заріцька, А. І. Денисюк // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2012. — № 5(87). — С. 135–139.
3. Флятте Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Флятте. — М. : Лесн. пром-сть, 1986. — 680 с.
4. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания / Л. А. Козаровицкий. — М. : Книга, 1965. — 368 с.
5. Киричок П. О. Захист цінних паперів та документів суворого обліку [Текст] : монографія / П. О. Киричок, Ю. М. Коростіль, А. В. Шевчук. — Київ : НТУУ «КПІ», 2008. — 368 с.
6. Дубина Н. Просвет бумаги / Н. Дубина // Комп'юАрт. — 2001. — № 5. — С. 10–12.
7. В. В. Абрамова. Анализ равномерности формирования макро-структуры бумаги в 2-D и 3-D проекциях / В. В. Абрамова, А. В. Гурьев,

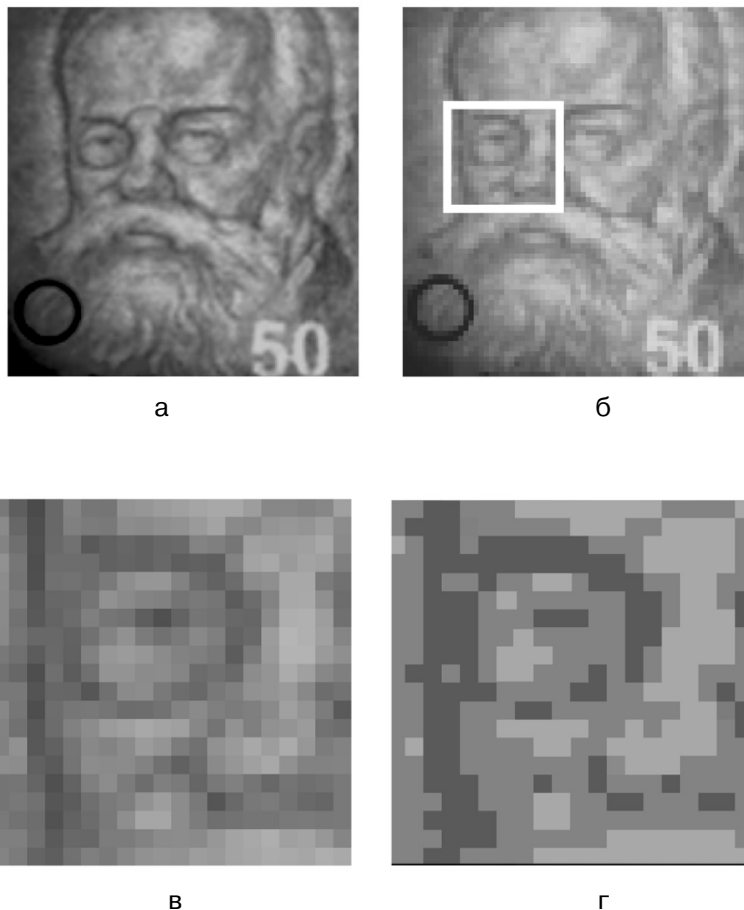
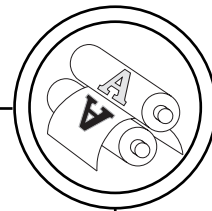
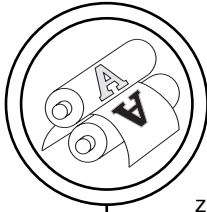


Рис. 4. Поетапне визначення параметрів просвіту ділянки з півтоновим водяним знаком (а, б — відскановане на просвіт зображення; в — ділянка зображення, розбита на комірки; г — ділянка зображення, поділена на умовні зони із середнім значенням оптичної густини)

М. А. Холмова, О. Б. Дмитриева // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов : тез. докл. — Архангельск, 2011. — С. 95–101.

References

1. Kyrychok T. Iu. Vplyv yavlyshcha perebyvannia farby na zvorot na dostovirnist vyznachennia znoshenosti pid chas avtomatyzovanoho sortuvannia banknot / T. Iu. Kyrychok // Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva. — K., 2015. — № 1(47). — S. 4–10. — Rezhym dostupu : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/43266>.
2. Kyrychok T. Iu. Modeliuvannia pronyknennia farby v papir z vodianymy znakamy pid chas ofsetnoho druku / T. Iu. Kyrychok, N. L. Talimonova, V. I. Zaritska, A. I. Denysiuk // Naukovi visti NTUU «KPI». — 2012. — № 5(87). — S. 135–139.
3. Fljatte D. M. Svoystva bumagi / D. M. Fljatte. — M. : Lesn. prom-st', 1986. — 680 s.



4. Kozarovickij L. A. Bumaga i kraska v procese pechatanija / L. A. Kozarovickij. — M. : Kniga, 1965. — 368 s.
5. Kyrychok P. O. Zakhyst tsinnykh paperiv ta dokumentiv suvoroho obliku [Tekst] : monohrafiia / P. O. Kyrychok, Iu. M. Korostil, A. V. Shevchuk. — Kyiv : NTUU «KPI», 2008. — 368 s.
6. Dubina N. Prosvet bumagi / N. Dubina // Komp'juArt. — 2001. — № 5. — S. 10–12.
7. V. V. Abramova. Analiz ravnomernosti formirovanija makrostruktury bumagi v 2-D i 3-D proekcijah / V. V. Abramova, A. V. Gur'ev, M. A. Holmova, O. B. Dmitrieva // Problemy mehaniki celljulozno-bumazhnyh materialov : tez. dokl. — Arhangel'sk, 2011. — S. 95–101.

Increased heterogeneity of paper structure on watermarks results in mismatch of color characteristics of a original and imprint, also in uneven penetration of ink to backside of imprint, that leads to extra removal of good banknotes from circulation because of false solution. Therefore, to ensure the quality of the automated banknote sorting should be the methodology of forecasting changes in the chromaticity of turnover of the imprints on paper of a special purpose based on its structural characteristics and methodology for determining the quantitative values of the characteristics of paper with multitone watermark transparency.

Keywords: watermark; banknote production; grabbing ink; transparency of paper; automated banknote sorting.

При увеличении неоднородности структуры бумаги на участках водяных знаков меняется и точность соответствия цветовых характеристик на оттиске оригиналу, а также неравномерное перебивание краски на оборот оттиска, что вызывает необоснованное изъятие из оборота пригодных банкнот в связи с ошибочной оценкой их состояния как изношенных из-за превышения допусков по показателям загрязнения. Поэтому, для обеспечения надлежащего качества автоматизированного сортирования банкнот должна быть разработана методология прогнозирования изменения цветности оборота оттиска на бумаге специального назначения с учетом ее структурных характеристик и методология определения количественных значений характеристик просвета бумаги с полутоновыми водяными знаками.

Ключевые слова: водяной знак; банкнотное производство; перебивание краски; просвет бумаги; автоматизированное сортирование банкнот.

Рецензент — О. І. Лотоцька, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 04.02.16