

© Т. Ю. Киричок, к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

### АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ БАНКНОТ

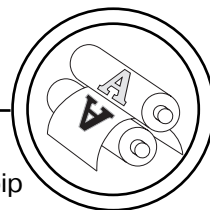
Здійснено аналіз напрямків підвищення зносостійкості банкотної продукції та розроблено їх класифікацію. Виділено такі напрямки: застосування дизайнерських рішень (корегування розміру банкнот, розміщення та виду захисної стрічки, кольорової гама, параметрів зображення інтагліодруку), технологічні засоби (застосування захисного лакування та двостороннього інтагліодруку, а також корегування параметрів інтагліодруку), оптимізація властивостей матеріалів для виробництва банкнот — підвищення зносостійкості основи (корегування шорсткості, пористості, ступеню проклеювання, щільності, властивостей бавовняних волокон, застосування полімерної основи, гібридних багатошарових структур, композицій бавовняних та полімерних волокон, поверхневої та об'ємної протизабруднювальної та протимікробної обробки тощо), підвищення зносостійкості захисних ознак (використання впроваджених в основу захисних елементів, нанесення голограм під час виробництва основи, створення рельєфної основи), збільшення зносостійкості фарбового шару за рахунок корегування реологічних властивостей фарб інтагліодруку.

**Ключові слова:** банкнота, зношування, зносостійкість, інтагліодрук, металографічний друк, основа банкноти, банкнотний папір, фарба інтагліодруку, захисне лакування.

#### Постановка проблеми

Банкнотне виробництво зростає в усьому світі, при цьому постійно підвищуються вимоги до якості банкотної продукції. Однак напрямки забезпечення цієї якості змінюються. Останніми десятиліттями до незгасного інтересу до систем захисту від фальшивомонетництва [1, 2] додалася велика кількість досліджень та розробок, спрямованих на збільшення зносостійкості банкнот, а пізніше — і

захисту від накопичення на їх поверхні вірусів, бактерій та грибової флори [3–8]. Зносостійкість української гривні перебуває на рівні інших світових валют [9]: середня тривалість перебування в обігу становить біля 2 років, щомісяця з обігу через зношеність виводиться і потребує заміни біля 120 млн банкнот, тобто майже 1,5 млрд на рік. Видатки держави на планову заміну готівки через зношеність складають біля



375 млн грн на рік [10]. Підвищення зносостійкості банкнот української гривні дозволить суттєво знизити такі затрати.

### Мета роботи

Метою даного дослідження було детально проаналізувати напрямки підвищення зносостійкості банкнот і визначити, які методи доцільно застосовувати для підвищення зносостійкості банкнот української гривні.

### Результати проведених досліджень

Методи підвищення зносостійкості банкнотної продукції перебувають у фокусі уваги фахівців всього світу [10–17].

Такі методи застосовують переважно під час розробки банкнот нового ряду. Особливо це стосується вибору кольорової гама валюти [6, 18–20].

Треба зазначити, що за рахунок вдалого вибору кольорів можливо не підвищити зносостійкість банкнот, а лише дещо знівелювати ефект зміни кольору через накопичення на поверхні під час зношування шару забруднень, що є жовтуватим-коричневим.

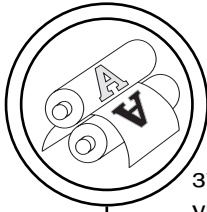
Важливим є як колір банкноти в цілому, так і колір основи [6, 19]. Під час розробки дизайну можливо оптимізувати розташування та вид захисної стрічки, оскільки зміщення її від середини дозволяє знизити кількість надривів банкноти, які виникають часто саме по стрічці. Стрічка віконного типу також дозволяє зменшити появу таких пошкоджень [21]. Ще одним дієвим засобом підвищення

зносостійкості банкнот є вибір оптимального розміру: оскільки середня висота сучасних гаманців біля 80 мм, то зниження висоти банкноти до 65–70 мм дозволило б суттєво знизити кількість надривів і розривів вздовж довшого краю [6, 7].

Технологічні засоби збільшення зносостійкості банкнот, на відміну від дизайну, можуть бути застосовані без зміни банкнотного ряду. Це, насамперед, використання інтагліодруку, в тому числі й двостороннього [22–24], а також застосування захисного лакування.

Спосіб металографічного друку (інтагліодрук) на сьогодні є обов'язковим методом захисту банкнот та інших видів захищеної продукції у переважній більшості країн світу оскільки, що саме цей спосіб забезпечує рельєфність елементів зображення, шорсткість яких відчувається на дотик (портрет, написи, цифрові позначення номіналу, мікротекст) [25–28]. Друкарські машини для інтагліодруку є обладнанням з обмеженим доступом, оскільки ця технологія використовується виключно для виготовлення цінних паперів.

Однією з технологічних особливостей інтагліодруку є високий тиск (до 1000 кН/м [29, 30]) в зоні контакту формного і друкарського циліндрів. Це впливає не тільки на якість друку, але і на властивості основи банкноти, яка підлягає задрукуванню, зокрема на її міцнісні характеристики [31, 32]. Високий тиск в зоні друкарського контакту призводить до характерного тиснення основи, в ре-



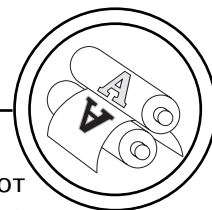
зультаті чого відбувається ущільнення її волокон. Вплив тиску на папір під час інтагліодруку є аналогом каландрування паперу в процесі його виготовлення. Тиск каландрових валів є значно меншим і становить 80–100 кН/м, в окремих випадках — до 600 кН/м [33]. Швидкість інтагліодруку становить близько 8000 аркушів на годину, що з урахуванням розмірів аркуша в напрямку друку дозволяє визначити швидкість друку як 85–95 м/хв, в той час як, каландрування відбувається зі швидкістю 500–2000 м/хв [33]. Тобто, каландрування паперу, порівняно з інтагліодруком, характеризується значно нижчими лінійними навантаженнями, так і значно коротшим впливом тиску, що прикладається, на папір. Однак, якщо врахувати, що каландри включають 10–16 валів, то час впливу тиску на папір під час каландрування та інтагліодруку цілком співмірні. Каландрування паперу відбувається з обов'язковим додатковим зволоженням 5,5–30 % залежно від ступеню каландрування. Інтагліодрук відбувається за умов вологості паперу 6,5–7,5 %, що відповідає умовам каландрування писального та друкарського паперу [33].

Для інтагліодруку використовують густі фарби на восковій основі, які в фарбовій системі підігріваються і в друкарському контакті мають температуру 80–82 °С [31, 32]. Як наслідок, фарба має суттєво меншу в'язкість та проявляє підвищену адгезію та проникнення в структуру основи. В результаті

закріплення на відбитку фарба застигає, утворюючи таким чином механічно міцний каркас, розподілений по усій поверхні банкноти [22]. Фарба, яка опинилася всередині структури, одночасно ущільнює основу, герметизує поверхню, забезпечує кращий взаємозв'язок між волокнами. Інтагліодрук призводить частково до введення фарби в волокна паперу, одночасно виконуючи ущільнення просоченої полімером поверхні волокна. Поверхня паперу стає менш сприйнятливою до забруднень і вологи [23]. Такі особливості інтагліодруку призводять до зміцнення основи банкнот [22, 24], збільшення її стійкості до зношування.

Таким чином, позитивний вплив на зміцнення банкнот має каландрувальний ефект інтагліодруку, а також скріплення волокон паперу під дією фарби, проникнення якої в основу відбувається під час закріплення її на відбитку. Можна припустити, що проникнення фарби в основу залежить від тиску та температури в друкарському контакті, в'язкості фарби, пористості паперу, виду та ступеню його проклеювання. Цей процес потребує додаткового вивчення.

Однак, високий тиск, спричинюваний інтагліодруком, може мати певні негативні наслідки. В процесі інтагліодруку, котрий виконується після офсетного, виникають деформації паперу і, як наслідок, офсетного зображення. Знизити такі деформації можливо за рахунок використання багатошарових структур [34]. Деформація паперу під час інтагліод-



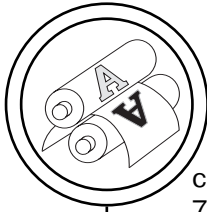
руку може викликати залишкові напруги в місцях локалізації захисної стрічки, впровадженої в основу на етапі виробництва. Також можливий негативний вплив інтагліодруку на голограми [35]. Тому важливим є забезпечення оптимальних значень тиску між друкарським та формним циліндрами.

В питанні застосування двостороннього інтагліодруку думки фахівців часто розходилися, тому загальною практикою стала відмова від інтагліодруку на звороті, зниження висоти фарбового рельєфу, відсотку покриття інтагліодруком тощо [24]. Так, відзначалося, що розповсюджена останнім часом відмова від інтагліодруку на звороті банкноти, як це практикують багато країн, в тому числі й Україна, призводить, насамперед, до зниження суспільного сприйняття автентичності банкнот внаслідок зниження тактильності та характерного звуку від банкнот [36–38]. На теперішній час пропонується з метою підвищення зносостійкості повернутися до використання двостороннього інтагліодруку, особливо для банкнот низьких номіналів, оскільки затрати на додаткове обладнання є меншими, ніж економія через очікуване збільшення перебування банкнот в обігу [22, 24]. Питання оптимізації технологічного процесу інтагліодруку є надзвичайно важливим для забезпечення зносостійкості банкнотної продукції.

Фахівці провідних виробників банкнотної продукції наголошують на дієвості застосування захисного лакування для підви-

щення зносостійкості банкнот [22]. DNB протягом тривалого часу проводив дослідження щодо впливу лакування на зносостійкість банкнот. Так, ще у 1955 р. було з'ясовано, що лакування збільшує тривалість перебування банкнот в обігу на 15 % [39, 40]. З 1957 р. захисне лакування почали використовувати для банкнот Нідерландів, з 1971 р. — для швейцарських франків. На той час використовувався нітролак. З 1993 р. запроваджено захисне лакування лаками на водній основі, а з початку 2000-х рр. розпочалося використання УФ-лаків [41]. Варіантами застосування захисного лакування можуть бути лакування основи як останній етап її виготовлення на паперових фабриках, лакування як післядрукарська обробка на банкнотних фабриках (post-press), комбінування лакування основи як додрукарської обробки (pre-press) та лакування як післядрукарської обробки на банкнотних фабриках, а також комбінування лакування основи на паперових фабриках та лакування як післядрукарської обробки на банкнотних фабриках [7]. Нанесення спеціальних лаків на банкнотний папір дозволяє збільшити стійкість до забруднення більше ніж на 50 %, збільшуючи термін служби банкнот майже в 2 рази [42].

Застосовують лаки на водній основі, лаки УФ-твердіння, а також двошарові структури (водорозчинний лак + лак УФ-твердіння). Незважаючи на те, що порівняно з лаками на водній основі лаки УФ-твердіння мають тенденцію до пожовтіння з ча-



сом та є більш глянцевиими [6, 7], вони мають значно вищу стійкість до стирання та значно нижчий час висихання і тому застосовуються для захисного лакування банкнот більш широко.

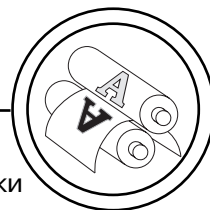
Фахівці оцінюють вагомість такого фактору, як лакування, серед інших напрямків підвищення зносостійкості банкнот, у 35 % [6]. Дослідники DNB останнім часом провели низку досліджень для Європейського Центрального Банку з банкнотами, покритими різними видами лаків (близько 20 видів) [43]. Результатом проведених досліджень є уведення в обіг 2 травня 2013 р. нової банкноти номіналом 5 євро, лакованої спеціальним лаком. Заплановане також оновлення інших номіналів євро на найближчі роки [44].

На російському підприємстві «Гознак» було проведено дослідження банкнот, покритих лаком на водній основі та лаком, що твердішає під дією УФ-випромінювання. Проведений експеримент показав, що УФ-лакування банкнот є ефективним для підвищення стійкості банкнот до забруднення [45]. Також Банк Росії з метою встановлення доцільності лакування в 2010 р. в окремих регіонах випустив в обіг 100-рублеві купюри, основа яких була покрита спеціальним захисним лаком на водній основі (pre-press) [46]. Собівартість експериментальних банкнот на 10 % вища, проте їх зносостійкість збільшується майже в 2 рази [46, 47].

Таким чином, хоча лакування й збільшує собівартість банкноти на 10–15 %, проте забезпечує збільшення терміну обігу в

1,5–1,8 разів, що дозволяє значно скоротити витрати на виробництво банкнот. Тому дослідження застосування захисних лаків для збільшення зносостійкості банкнот української гривні є актуальним.

Найбільшою увагою розробників в усьому світі користуються методи підвищення зносостійкості основи, до яких, зокрема, належать поверхнева та об'ємна обробка основи, використання багат шарового паперу. Про важливість цього напрямку свідчать стабільні тенденції патентної активності протягом останніх років. Нами з'ясовано, що кількість патентів у світі, пов'язаних із покращенням властивостей паперової основи, протягом 2000–2010 рр. становили біля 16 % від загальної кількості [1]. Подібні тенденції спостерігалися і у 1998–2002 рр.: найбільше — понад 25 % патентів — стосувалися захищеного паперу [48]. Протягом 2005–2008 рр. тематикою найбільшої частини патентів в галузі банкнотного виробництва — 11 % — були питання, пов'язані з основою банкнот [49]. Відмінності в оцінках пояснюються як різним досліджуваним періодом, так і відмінностями у виділенні технологічних областей, патенти щодо котрих враховувалися. Однак, спільним висновком досліджень [1, 48, 49] є наявність постійного, стабільного інтересу виробників захищених видів поліграфічної продукції саме до основи, оскільки папір є одним з основних витратних матеріалів для друку продукції.



Характеристики банкнотного паперу повинні забезпечити стабільність відтворення друкованого зображення. Крім того, властивості банкнотного паперу є надзвичайно важливим чинником забезпечення зносостійкості банкнотної продукції.

До основних параметрів, які на думку фахівців [7, 50], впливають на зносостійкість паперу, належать щільність (маса 1 м<sup>2</sup>), проклеювання, пористість, шорсткість, стійкість до згинання (кількість подвійних перегинів), зольність, вологоміцність, колір. Щодо останнього показника, то його корегування належить до дизайнерських методів забезпечення зносостійкості і вже обговорено вище. Корегування інших показників можливе в певних межах з урахуванням забезпечення необхідних друкарсько-технічних властивостей паперу. Тобто, основа для банкнот повинна бути захищеною, зносостійкою і мати високі друкарсько-технічні властивості [6, 7, 50].

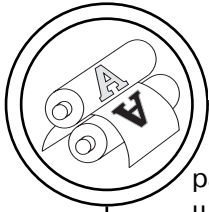
Так, з погляду зносостійкості бажаним був би максимально високий ступінь проклеювання, що забезпечило б непористу поверхню основи, однак іншою важливою вимогою до паперу є необхідність проникнення фарби в папір для її закріплення на відбитку. Тому ступінь та спосіб проклеювання обирають оптимальним за двома протилежними факторами — адгезією фарби та стійкістю до забруднення [6].

Забезпечення зносостійкості основи банкнот можливе за допомогою поверхневої та об'ємної протизабруднюваль-

ної та протимікробної обробки [8, 22, 23, 40, 50, 51], шляхом застосування двошарового паперу [34, 52], гібридних структур [53, 54], включення синтетичних волокон [8], а також застосовуючи полімерні основи [55, 56]. З'ясовано [7, 57], що застосування для основи банкнот паперу з традиційних бавовняних волокон з різного типу протизабруднювальною обробкою, як, наприклад, папір Diamon, Diamon з протимікробною обробкою Bioguard [6–8], папір Endurance з протизабруднювальним просочуванням AST [22, 23] надають можливість значно підвищити зносостійкість (до 70–100 % [7]), водночас незначно (на 10 %) збільшуючи собівартість виробництва банкнот. Інші згадані варіанти основ є значно більш дорогими [57].

Забезпечення зносостійкості фарбових шарів стосується, насамперед, інтаглідруку через його рельєфність та значну товщину фарбового шару. Недостатня його стійкість до впливу механічних та хімічних чинників часто викликається використанням нових видів основ, котрі мають високий ступінь проклеювання, що погіршує адгезію фарби до паперу [58, 59]. Вирішують проблему зносостійкості шляхом корегування складу фарб інтаглідруку для забезпечення їх оптимальних реологічних властивостей як на етапі розробки нових видів фарб [60, 61], так і на етапі впровадження у виробництво експериментальних основ. Так, дослідження можливості застосування для друку банкнот ук-





раїнської гривні паперу з підвищеною зносостійкістю виявило проблему адгезії фарбового шару інтагліодруку до основи [62, 63], котру, однак, можливо вирішити шляхом корегування реологічних властивостей фарб інтагліодруку [64, 65].

Таким чином, аналіз літературних джерел та патентної інформації дозволив узагальнити можливі напрямки підвищення зносостійкості банкнот на етапі їх розробки та виготовлення (рис.). Такі методи можна розподілити на методи підвищення зносостійкості шляхом застосування дизайнерських рішень, технологічні засоби, оптимізацію матеріалів для виробництва банкнот, підвищення зносостійкості захисних ознак, збільшення зносостійкості фарбового шару.

Враховуючи перспективу використання для друку гривні двошарового паперу, доцільно зосередити увагу на виборі зносостійкої основи банкноти, а також технологічних методах

підвищення зносостійкості банкнот (одностороннього інтагліодруку та його параметрів, можливого використання двостороннього інтагліодруку, корегування реологічних властивостей фарби інтагліодруку, захисного лакування).

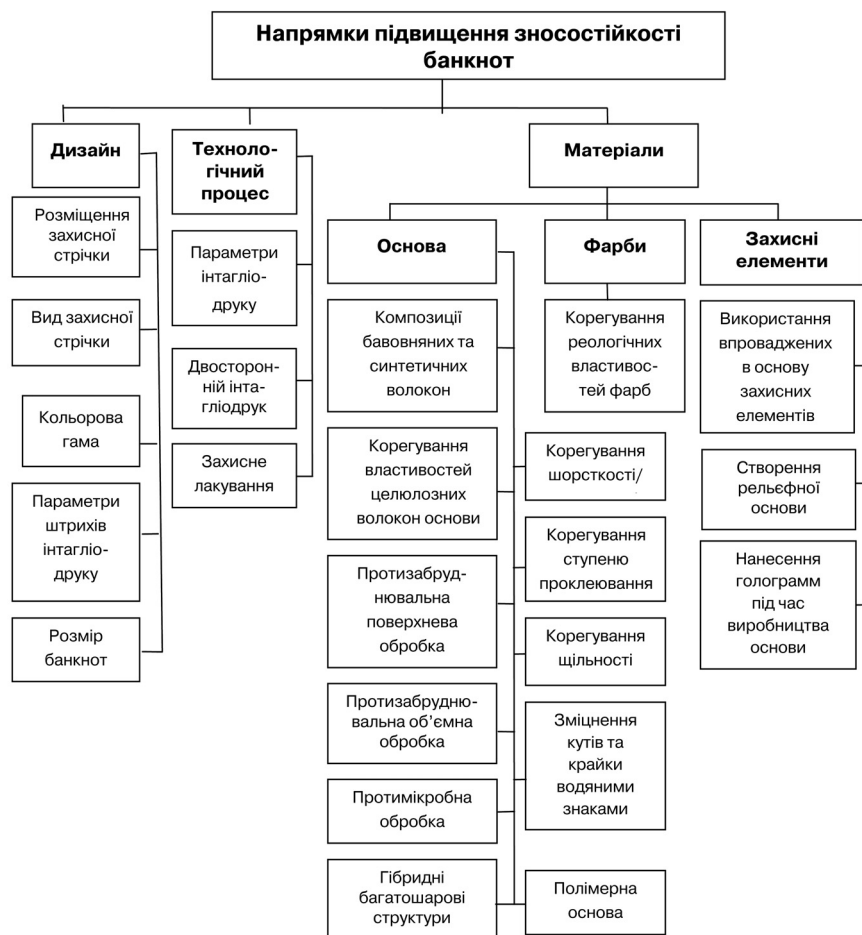
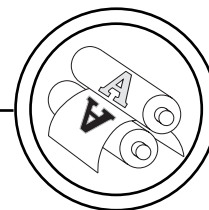
### Висновки

1. Здійснено аналіз та розроблено класифікацію можливих напрямків підвищення зносостійкості банкнотної продукції. Такими напрямками є методи підвищення зносостійкості шляхом застосування дизайнерських рішень, технологічні засоби, оптимізація матеріалів для виробництва банкнот, підвищення зносостійкості захисних ознак, збільшення зносостійкості фарбового шару.

2. Для підвищення зносостійкості банкнот української гривні доцільно зосередити увагу на виборі зносостійкої основи банкноти, а також технологічних методах підвищення зносостійкості банкнот.

### Список використаної літератури

1. Киричок Т. Ю. Тенденції досліджень та розробок у сфері захисту цінних паперів та документів суворого обліку / Т. Ю. Киричок, К. М. Беспала // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». — К., 2010. — № 4(30). — С. 51–59.
2. Schafrik R. E. A Path to the New Generation of U.S. Banknotes : Keeping Them Real / R. E. Schafrik, M. A. Crimp, M. A. Duke et al. — Committee on Technologies to Deter Currency Counterfeiting, National Research Council. — Washington, D. C. : The National Academies Press, 2007. — 328 p.
3. Мережинська Анна. Доцільність застосування розпилення вододисперсного лаку для підвищення стійкості банкнот до бактеріологічного забруднення / Анна Мережинська, Тетяна Киричок // Матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конф. з проблем видавничо-поліграфіч. галузі (Київ, 19 грудня 2013 р.). — К. : «УкрНДІСВД», 2013. — С. 96.
4. Мережинська А. М. Класифікація методів підвищення бактеріологічної безпечності банкнот та іншої поліграфічної продукції / А. М. Мережинська, Т. Ю. Киричок // Зб. наук. праць «Наукові записки УАД». — Львів, 2013. — № 3 (44). — С. 123–128.



Класифікація напрямків підвищення зносостійкості банкнот

5. Мережинська А. М. Класифікація поліграфічної продукції в контексті потенційних бактеріологічних загроз / А. М. Мережинська, Т. Ю. Киричок // Зб. наук. праць «Наукові записки УАД». — Львів, 2013. — № 4 (45). — С. 153–157.

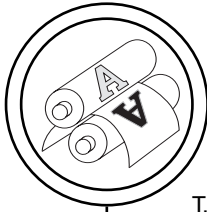
6. De Heij H. A. M. Durable banknote paper [Electron. resource] / H. A. M. de Heij. — De Nederlandsche Bank N.V., Amsterdam, Netherlands. — March, 1995. — P. 1–11. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.

7. De Heij H. A. M. Durable banknotes : an overview. Presentation of the BPC/Paper Committee to the BPC/General Meeting [Electron. resource] / H. A. M. de Heij. — Prague, 27 May–30 May, 2002. — De Nederlandsche Bank N.V., Amsterdam, Netherlands. — March, 1995. — P. 1–12. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.

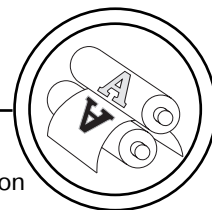
8. Doublet P. Long-life substrates / P. Doublet // Billetaria. International Review on Cash Management. — Issue 9. — April 2011. — P. 13.

9. Киричок Т. Ю. Аналіз зносостійкості банкнот української гривні в умовах реального обігу / Т. Ю. Киричок, А. А. Мельниченко, В. М. Нес-теренко // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2013. — № 2(88). — С. 94–104.

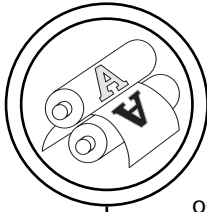




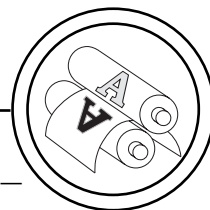
10. Киричок Т. Ю. Зносостійкість банкотної продукції : монографія / Т. Ю. Киричок. — К. : НТУУ «КПІ», 2014. — 308 с.
11. Balke P. From Fit to Unfit: How Banknotes Become Soiled [Electron. resource] / P. Balke. — Watermark 2011, Rostov-on-Don. — Cash Policy Department, De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.
12. Buitelaar T. The Colour of Soil [Electron. resource] / T. Buitelaar. — DNB Cash Seminar 2008 / Amsterdam, 28–29 February, 2008. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.
13. Federal Reserve Bank Services Fitness guidelines for Federal Reserve note (FRNs) [Electron. resource]. — Currency Technology Office, Federal Reserve Bank, USA. — 2008. — Access link : [http://www.frbervices.org/files/operations/pdf/FRB\\_fitness\\_guidelines\\_2008\\_dec\\_11.pdf](http://www.frbervices.org/files/operations/pdf/FRB_fitness_guidelines_2008_dec_11.pdf).
14. Koeze P. An accurate statistical estimation of the life-length of f100-banknotes. A circulation trial with two qualities of currency paper / P. Koeze // *Int. Stat. Rev.* — 1979. — Vol. 3(47). — P. 283–297.
15. Koeze P. A new technical criterion for the note-coin boundary [Electron. resource] / P. Koeze — De Nederlandsche Bank N. V., Amsterdam. — March, 1988. — Digitised : August, 2006. — 5 p. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.
16. Koeze P. The life-length of banknotes. A case study / P. Koeze // *Statistica Neerlandica*, 36 (1982). — P. 187–207.
17. Kyrychok Tetiana. Banknote Paper Deterioration Factors : Circulation Simulator Method / Tetiana Kyrychok, Anatolii Shevchuk, Victor Nesterenko, Petro Kyrychok // *BioResources*. — 2014. — Vol. 9(1). — P. 710–724.
18. De Heij H. A. M. Banknote design for retailers and public / H. A. M. de Heij. — DNB Occasional Studies. — Vol. 8/No. 4, 2010. — De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 255 p.
19. De Heij H. A. M. Banknote design for the visually impaired / H. A. M. de Heij. — DNB Occasional Studies. — Vol. 7/No. 2, 2009. — De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 47 p.
20. De Heij H. A. M. Public feed back for better banknote design / H. A. M. de Heij // *Proceedings of SPIE Conference on Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques VI*, San Jose, California, USA, January 17–19, 2006. — Vol. 6075. — 40 p.
21. Пат. UA 56679 Україна, МПК D21H 27/00, B44F 1/00. Захисний елемент для цінних документів / Киричок Т. Ю., Малкуш Н. Л. — № u201007703; Заявл. 18.06.2010; Опубл. 25.01.2011; Бюл. № 2. — 2 с.
22. Crane T. Some observation on technological developments in durable substrates / T. Crane // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 8–9.
23. ENDURANCE™ and high durability papers [Electron. resource] / Crane Co. — Access link : [http://www.crane.se/Endurance\\_brochure.pdf](http://www.crane.se/Endurance_brochure.pdf).
24. Gray O. The Art and Science of Intaglio — the Cornerstone of Security Printing / O. Gray // *Currency News*. — Vol. 3, No 2. — February 2005. — P. 8–9.
25. Ciaramella V. Intaglio printing / V. Ciaramella // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 2. — October 2007. — P. 19–20.
26. Interpol Resolution No 8 : 5th International Conference on Currency and Counterfeiting. — Mexico, 1969.
27. Interpol Resolution No AGN/67/RES/11 [Electron. resource] : 9th International Conference on Currency Counterfeiting, the ICPO-Interpol General Assembly, 67th session. — Cairo, Egypt. — October 22–27, 1998. — Access link : [www.interpol.int/](http://www.interpol.int/).
28. Van Renesse R. L. Optical document security / R. L. van Renesse. — Third edition. — Boston–London : Artech House, 2005. — 368 p.



29. Kipphan H. Handbook of Print Media. Technologies and Production Methods / H. Kipphan. — Springer, 2001. — 1207 p.
30. Pat. 20050028693 Japan, МПК В41F 9/08. Intaglio printing press. / Toshiyuki Aoki. — 10/909429; заявл. 3.08.2004 р.; опубл. 10.02.2005 р.
31. Киричок Т. Ю. Вплив металографічного друку на міцнісні характеристики банкнотного паперу / Т. Ю. Киричок, О. В. Гуща // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». — К., 2012. — № 2(36). — С. 4–10.
32. Kyrychok T. The influence of pressure during intaglio printing on banknotes durability / T. Kyrychok, P. Kyrychok, S. Havenko, E. Kibirkstis, V. Miliunas // *Mechanika*. — 2014. — Vol. 20(3). — P. 327–331.
33. Holik H. Handbook of paper and board / H. Holik. — Wiley-VCH, 2006. — 505 p.
34. Shevchuk A. V. Research of the printing properties of formaldehyde free banknote paper = Дослідження друкарсько-технічних характеристик банкнотного паперу на безформальдегідній основі / A. V. Shevchuk, T. Iu. Kyrychok, V. M. Nesterenko et al. // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». — К., 2013. — № 3(41). — С. 4–11.
35. Киричок Тетяна. Проблеми застосування захисних елементів з оптично змінними характеристиками (OVD) / Тетяна Киричок // Матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. з проблем видавничо-поліграфіч. галузі (Київ, 21 березня 2012 р.). — К. : «УкрНДІІСВД», 2012. — С. 40.
36. Leslie G. Enhancing modern banknotes with traditional features / G. Leslie // *Currency News*. — Vol. 3, No. 1. — January 2005. — P. 8–9.
37. Treinen H. Research endorses the value of two-sided intaglio / H. Treinen // *Currency News*. — Vol. 3, No 2. — February 2005. — P. 10–11.
38. Van der Horst F. What is a fit banknote? The Dutch public responds / F. van der Horst, M. Meeter, J. Theeuwes, M. van der Woude. — DNB Occasional Studies. — Vol. 9/No. 4. — 2011. — De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 47 p.
39. Buitelaar T. Consumption of banknotes in the Netherlands [Electron. resource] / T. Buitelaar. — Lecture presented at De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 10 april 2002. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.
40. Koeze P. The effect of coating on durability of banknotes [Electron. resource] / P. Koeze, A. H. B. Th. van Gelder. — De Nederlandsche Bank N.V., Amsterdam, Netherlands. — May, 1985. — P. 1–16. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.
41. Шевчук А. В. Підвищення зносостійкості банкнот за рахунок лакування / А. В. Шевчук, Т. Ю. Киричок, В. М. Нестеренко, З. О. Маслюк // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». — К., 2013. — № 2(40). — С. 4–16.
42. Не просто бумага // Водяной знак. — 2008. — №1–2(57–58).
43. Springelkamp C. Banknotes to be lacquered [Electron. resource]. — Access link : <http://www.worldofcoins.eu/forum/index.php?topic=3309.0>.
44. Президент Европейского Центрального Банка представил новую банкноту 5 евро [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.itar-tass.com/c1/618324.html>.
45. Как продлить банкнотам жизнь // Водяной знак. — 2008. — № 1–2(57–58).
46. Kornilov G. Manufacturing low-denomination banknotes / G. Kornilov // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 7. — April 2010. — P. 18–20.
47. Калинин И. Операция «Чистые деньги» [Электронный ресурс] / И. Калинин. — Режим доступа : <http://news.ngs.ru/more/58672/>.



48. Киричок П. О. Методи захисту цінних паперів та документів суворого обліку : монографія / П. О. Киричок, Ю. М. Коростіль, А. В. Шевчук. — К. : НТУУ «КПІ», 2008. — 368 с.
49. Perron M. Patenting of new banknote security features / M. Perron // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2010. — P. 22–23.
50. Koeze P. The effect of paper fibre direction on durability of banknotes / P. Koeze, A. H. B. Th. van Gelder. — *De Nederlandsche Bank N. V., Amsterdam, Netherlands*. — 1983. — P. 1–25. — *De Nederlandsche Bank NV*. — Шлях доступу : <http://www.dnb.nl/binaries>.
51. Antoci S. FabrianoDnA : durable, natural and authentic / S. Antoci // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 12.
52. Киричок Т. Ю. Дослідження кольоровідтворення на одно- та двошаровому папері спеціального призначення / Т. Ю. Киричок, В. М. Нестеренко, Н. Л. Талімонова // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». — К., 2011. — № 3(33). — С. 17–27.
53. Berger C. Hybrid substrates: the future is now / C. Berger // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 6–8.
54. Bonnell A. Durasafe : the contribution from Landqart / A. Bonnell // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 10–11.
55. Marincovic C. Life Cycle Assessment of Canada's Polymer Bank Notes and Cotton-Paper Bank Notes. Final report / C. Marincovic, K. Pritchard, M. Binder, N. da Silva [Electron. resource]. — May 27, 2011. — Офіційний сайт Bank of Canada. — Access link : [http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2011/06/Life-Cycle-Assessment-of-Polymer-and-Cotton-Paper-Bank-otes\\_opt.pdf](http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2011/06/Life-Cycle-Assessment-of-Polymer-and-Cotton-Paper-Bank-otes_opt.pdf).
56. Meuer T. The Eurosystem's efforts in the search for a longer lasting banknote / T. Meuer, J. Martin // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 22–24.
57. Taxy B. Extending banknote lifetime / B. Taxy // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 14–15.
58. Киричок Т. Ю. Дослідження зміни характеристик зразків банкнот під час імітації зношування / Т. Ю. Киричок, В. М. Нестеренко, Є. Г. Сухіна, О. В. Гуца // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». — К., 2012. — № 4(38). — С. 4–25.
59. Sa-nguandekul S. The Bank of Thailand experience with high durability banknotes / S. Sa-nguandekul // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 25–27.
60. Pat. US 4966628 A, МПК C09D 11/08. Security document printing ink / Amon A. et al.; Sicra Holding SA, Switzerland. — US 07/313092; заявл. 21.02.1989; опубл. 30.10.1990.
61. Pat. US 005723514A, МПК C09D 11/10. Heatset intaglio printing ink / Nachfolger S. J. et al.; Sun Chemical Corporation, Fort Lee N. J. — 489912; заявл. 13.06.1995; опубл. 03.03.1998., Pat. US20120199029 A1, МПК C09D 11/10. Intaglio printing ink / Fukuura A.; National Printing Bureau Incorporated, Japan. — 13/501904; заявл. 08.10.2010; опубл. 09.08.2012.
62. Киричок Т. Ю. Дослідження зміни характеристик зразків банкнот під час імітації зношування / Т. Ю. Киричок, В. М. Нестеренко, Є. Г. Сухіна, О. В. Гуца // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». — К., 2012. — № 4(38). — С. 4–25.
63. Kyrychok T. J. Badania odpornosci na zuzycie papieru banknotowego = Testing of Banknote Paper Wear and Tear / T. J. Kyrychok, P. O. Kyrychok,



S. F. Havenko, V. M. Nesterenko // *Przegland papierniczy*. — 2013. — N 12. — P. 653–656.

64. Киричок Т. Ю. Методологія візуального оцінювання стійкості фарбового шару інтаглідруку до імітації зношування / Т. Ю. Киричок // *Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства»*. — К., 2013. — № 4(42). — С. 4–12.

65. Киричок Т. Ю. Вплив фарб металографічного друку, їх композиційного складу на експлуатаційні властивості банкнотних відбитків / Т. Ю. Киричок, Є. Г. Сухіна, О. В. Гуца // *Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства»*. — К., 2014. — № 2(44). — С. 4–22.

### References

1. Kyrychok T. Iu. Tendentsii doslidzhen ta rozrobok u sferi zakhystu tsinnykh paperiv ta dokumentiv suvoroho obliku / T. Iu. Kyrychok, K. M. Bepala // *Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva»*. — K., 2010. — № 4(30). — S. 51–59.

2. Schafrik R. E. A Path to the New Generation of U.S. Banknotes : Keeping Them Real / R. E. Schafrik, M. A. Crimp, M. A. Duke et al. — Committee on Technologies to Deter Currency Counterfeiting, National Research Council. — Washington, D. C. : The National Academies Press, 2007. — 328 p.

3. Merezhyńska Anna. Dotsilnist zastosuvannia rozpylennia vododispersnoho laku dlia pidvyshchennia stiikosti banknot do bakteriolozhichnoho zabrudnennia / Anna Merezhyńska, Tetiana Kyrychok // *Materialy XVII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. z problem vydavnycho-polihrafich. haluzi (Kyiv, 19 hrudnia 2013 r.)*. — K. : «UkrNDISVD», 2013. — S. 96.

4. Merezhyńska A. M. Klasyfikatsiia metodiv pidvyshchennia bakteriolozhichnoi bezpechnosti banknot ta inshoi polihrafichnoi produktsii / A. M. Merezhyńska, T. Iu. Kyrychok // *Zb. nauk. prats «Naukovi zapysky UAD»*. — Lviv, 2013. — № 3(44). — S. 123–128.

5. Merezhyńska A. M. Klasyfikatsiia polihrafichnoi produktsii v konteksti potentsiinykh bakteriolozhichnykh zahroz / A. M. Merezhyńska, T. Iu. Kyrychok // *Zb. nauk. prats «Naukovi zapysky UAD»*. — Lviv, 2013. — № 4(45). — S. 153–157.

6. De Heij H. A. M. Durable banknote paper [Electron. resource] / H. A. M. de Heij. — De Nederlandsche Bank N.V., Amsterdam, Netherlands. — March, 1995. — P. 1–11. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.

7. De Heij H. A. M. Durable banknotes : an overview. Presentation of the BPC/Paper Committee to the BPC/General Meeting [Electron. resource] / H. A. M. de Heij. — Prague, 27 May–30 May, 2002. — De Nederlandsche Bank N.V., Amsterdam, Netherlands. — March, 1995. — P. 1–12. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.

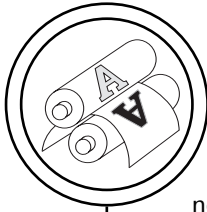
8. Doublet P. Long-life substrates / P. Doublet // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 13.

9. Kyrychok T. Iu. Analiz znosostiikosti banknot ukrainskoi hryvni v umovakh realnoho obihu / T. Iu. Kyrychok, A. A. Melnychenko, V. M. Nesterenko // *Naukovi visti NTUU «KPI»*. — 2013. — № 2(88). — S. 94–104.

10. Kyrychok T. Iu. Znosostiikist banknotnoi produktsii : monohrafiia / T. Iu. Kyrychok. — K. : NTUU «KPI», 2014. — 308 s.

11. Balke P. From Fit to Unfit: How Banknotes Become Soiled [Electron. resource] / P. Balke. — Watermark 2011, Rostov-on-Don. — Cash Policy Department, De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.

12. Buitelaar T. The Colour of Soil [Electron. resource] / T. Buitelaar. — DNB Cash Seminar 2008 / Amsterdam, 28–29 February, 2008. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.



13. Federal Reserve Bank Services Fitness guidelines for Federal Reserve note (FRNs) [Electron. resource]. — Currency Technology Office, Federal Reserve Bank, USA. — 2008. — Access link : [http://www.frbservices.org/files/operations/pdf/FRB\\_fitness\\_guidelines\\_2008\\_dec\\_11.pdf](http://www.frbservices.org/files/operations/pdf/FRB_fitness_guidelines_2008_dec_11.pdf).

14. Koeze P. An accurate statistical estimation of the life-length of f100-banknotes. A circulation trial with two qualities of currency paper / P. Koeze // *Int. Stat. Rev.* — 1979. — Vol. 3(47). — P. 283–297.

15. Koeze P. A new technical criterion for the note-coin boundary [Electron. resource] / P. Koeze — De Nederlandsche Bank N. V., Amsterdam. — March, 1988. — Digitised : August, 2006. — 5 p. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.

16. Koeze P. The life-length of banknotes. A case study / P. Koeze // *Statistica Neerlandica*, 36 (1982). — P. 187–207.

17. Kyrychok Tetiana. Banknote Paper Deterioration Factors : Circulation Simulator Method / Tetiana Kyrychok, Anatolii Shevchuk, Victor Nesterenko, Petro Kyrychok // *BioResources*. — 2014. — Vol. 9(1). — P. 710–724.

18. De Heij H. A. M. Banknote design for retailers and public / H. A. M. de Heij. — DNB Occasional Studies. — Vol. 8/No. 4, 2010. — De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 255 p.

19. De Heij H. A. M. Banknote design for the visually impaired / H. A. M. de Heij. — DNB Occasional Studies. — Vol. 7/No. 2, 2009. — De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 47 p.

20. De Heij H. A. M. Public feed back for better banknote design / H. A. M. de Heij // *Proceedings of SPIE Conference on Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques VI*, San Jose, California, USA, January 17–19, 2006. — Vol. 6075. — 40 p.

21. Pat. UA 56679 Ukraina, MPK D21H 27/00, B44F 1/00. Zakhysnyi element dlia tsinnykh dokumentiv / Kyrychok T. Iu., Malkush N. L. — № u201007703; Zaiavl. 18.06.2010; Opubl. 25.01.2011; Biul. № 2. — 2 s.

22. Crane T. Some observation on technological developments in durable substrates / T. Crane // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 8–9.

23. ENDURANCE™ and high durability papers [Electron. resource] / Crane Co. — Access link : [http://www.crane.se/Endurance\\_brochure.pdf](http://www.crane.se/Endurance_brochure.pdf).

24. Gray O. The Art and Science of Intaglio — the Cornerstone of Security Printing / O. Gray // *Currency News*. — Vol. 3, No 2. — February 2005. — P. 8–9.

25. Ciaramella V. Intaglio printing / V. Ciaramella // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 2. — October 2007. — P. 19–20.

26. Interpol Resolution No 8 : 5th International Conference on Currency and Counterfeiting. — Mexico, 1969.

27. Interpol Resolution No AGN/67/RES/11 [Electron. resource] : 9th International Conference on Currency Counterfeiting, the ICPO-Interpol General Assembly, 67th session. — Cairo, Egypt. — October 22–27, 1998. — Access link : [www.interpol.int/](http://www.interpol.int/).

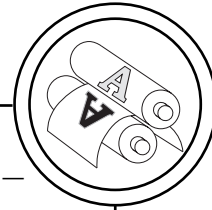
28. Van Renesse R. L. Optical document security / R. L. van Renesse. — Third edition. — Boston–London : Artech House, 2005. — 368 p.

29. Kipphan H. Handbook of Print Media. Technologies and Production Methods / H. Kipphan. — Springer, 2001. — 1207 p.

30. Pat. 20050028693 Japan, МПК B41F 9/08. Intaglio printing press. / Toshiyuki Aoki. — 10/909429; zaiavl. 3.08.2004 p.; opublik. 10.02.2005 p.

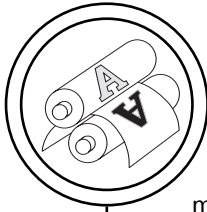
31. Kyrychok T. Iu. Vplyv metalohrafichnogo druku na mitsnisi kharakterystyky banknotnogo paperu / T. Iu. Kyrychok, O. V. Hushcha // *Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva»*. — K., 2012. — № 2(36). — S. 4–10.

32. Kyrychok T. The influence of pressure during intaglio printing on banknotes durability / T. Kyrychok, P. Kyrychok, S. Havenko, E. Kibirkstis, V. Miliunas // *Mechanika*. — 2014. — Vol. 20(3). — P. 327–331.



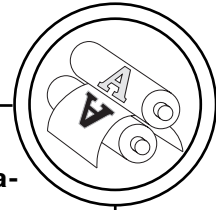
33. Holik H. Handbook of paper and board / H. Holik. — Wiley-VCH, 2006. — 505 p.
34. Shevchuk A. V. Research of the printing properties of formaldehyde free banknote paper = Doslidzhennia drukarsko-tekhnichnykh kharakterystyk banknotnoho paperu na bezformaldehydnoi osnovi / A. V. Shevchuk, T. Iu. Kyrychok, V. M. Nesterenko et al. // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva». — K., 2013. — № 3(41). — S. 4–11.
35. Kyrychok Tetiana. Problemy zastosuvannia zakhysnykh elementiv z optychno zminnykh kharakterystykamy (OVD) / Tetiana Kyrychok // Materialy XV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. z problem vydavnycho-polihrafich. haluzi (Kyiv, 21 bereznia 2012 r.). — K. : «UkrNDIISVD», 2012. — S. 40.
36. Leslie G. Enhancing modern banknotes with traditional features / G. Leslie // Currency News. — Vol. 3, No. 1. — January 2005. — P. 8–9.
37. Treinen H. Research endorses the value of two-sided intaglio / H. Treinen // Currency News. — Vol. 3, No 2. — February 2005. — P. 10–11.
38. Van der Horst F. What is a fit banknote? The Dutch public responds / F. van der Horst, M. Meeter, J. Theeuwes, M. van der Woude. — DNB Occasional Studies. — Vol. 9/No. 4. — 2011. — De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 47 p.
39. Buitelaar T. Consumption of banknotes in the Netherlands [Electron. resource] / T. Buitelaar. — Lecture presented at De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam. — 10 april 2002. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.
40. Koeze P. The effect of coating on durability of banknotes [Electron. resource] / P. Koeze, A. H. B. Th. van Gelder. — De Nederlandsche Bank N.V., Amsterdam, Netherlands. — May, 1985. — P. 1–16. — De Nederlandsche Bank NV. — Access link : <http://www.dnb.nl/binaries>.
41. Shevchuk A. V. Pidvyshchennia znosostiikosti banknot za rakhunok lakuvannia / A. V. Shevchuk, T. Iu. Kyrychok, V. M. Nesterenko, Z. O. Masliuk // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva». — K., 2013. — № 2(40). — S. 4–16.
42. Ne prosto bumaga // Vodjanoj znak. — 2008. — №1–2(57–58).
43. Springelkamp C. Banknotes to be lacquered [Electron. resource]. — Access link : <http://www.worldofcoins.eu/forum/index.php?topic=3309.0>.
44. Prezident Evropejskogo Central'nogo Banka predstavil novuju banknotu 5 evro [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu : <http://www.itar-tass.com/c1/618324.html>.
45. Kak prodlit' banknotam zhizn' // Vodjanoj znak. — 2008. — № 1–2(57–58).
46. Kornilov G. Manufacturing low-denomination banknotes / G. Kornilov // Billetaria. International Review on Cash Management. — Issue 7. — April 2010. — P. 18–20.
47. Kalinin I. Operacija «Chistye den'gi» [Jelektronnyj resurs] / I. Kalinin. — Rezhim dostupu : <http://news.ngs.ru/more/58672/>.
48. Kyrychok P. O. Metody zakhystu tsinnykh paperiv ta dokumentiv suvoroho obliku : monohrafiia / P. O. Kyrychok, Iu. M. Korostil, A. V. Shevchuk. — K. : NTUU «KPI», 2008. — 368 s.
49. Perron M. Patenting of new banknote security features / M. Perron // Billetaria. International Review on Cash Management. — Issue 9. — April 2010. — P. 22–23.
50. Koeze P. The effect of paper fibre direction on durability of banknotes / P. Koeze, A. H. B. Th. van Gelder. — De Nederlandsche Bank N. V., Amsterdam, Netherlands. — 1983. — P. 1–25. — De Nederlandsche Bank NV. — Шлях доступу : <http://www.dnb.nl/binaries>.
51. Antoci S. FabrianoDnA : durable, natural and authentic / S. Antoci // Billetaria. International Review on Cash Management. — Issue 9. — April 2011. — P. 12.





52. Kyrychok T. Iu. Doslidzhennia kolorovidtvorennia na odno- ta dvosharovo- mu paperi spetsialnogo pryznachennia / T. Iu. Kyrychok, V. M. Nesterenko, N. L. Talimonova // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva». — K., 2011. — № 3(33). — S. 17–27.
53. Berger C. Hybrid substrates: the future is now / C. Berger // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 6–8.
54. Bonnell A. Durasafe : the contribution from Landqart / A. Bonnell // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 10–11.
55. Marincovic C. Life Cycle Assessment of Canada's Polymer Bank Notes and Cotton-Paper Bank Notes. Final report / C. Marincovic, K. Pritchard, M. Binder, N. da Silva [Electron. resource]. — May 27, 2011. — Ofitsiinyi sait Bank of Canada. — Access link : [http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2011/06/Life-Cycle-Assessment-of-Polymer-and-Cotton-Paper-Bank-otes\\_opt.pdf](http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2011/06/Life-Cycle-Assessment-of-Polymer-and-Cotton-Paper-Bank-otes_opt.pdf).
56. Meuer T. The Eurosystem's efforts in the search for a longer lasting banknote / T. Meuer, J. Martin // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 22–24.
57. Taxy B. Extending banknote lifetime / B. Taxy // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 14–15.
58. Kyrychok T. Iu. Doslidzhennia zminy kharakterystyk zrazkiv banknot pid chas imitatsii znoshuvannia / T. Iu. Kyrychok, V. M. Nesterenko, Ie. H. Sukhina, O. V. Hushcha // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva». — K., 2012. — № 4(38). — S. 4–25.
59. Sa-nguandekul S. The Bank of Thailand experience with high durability banknotes / S. Sa-nguandekul // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — Issue 9. — April 2011. — P. 25–27.
60. Pat. US 4966628 A, МПК C09D 11/08. Security document printing ink / Amon A. et al.; Sicpa Holding SA, Switzerland. — US 07/313092; zaiavl. 21.02.1989; opublik. 30.10.1990.
61. Pat. US 005723514A, МПК C09D 11/10. Heatset intaglio printing ink / Nachfolger S. J. et al.; Sun Chemical Corporation, Fort Lee N. J. — 489912; zaiavl. 13.06.1995; opublik. 03.03.1998., Pat. US20120199029 A1, МПК C09D 11/10. Intaglio printing ink / Fukuura A.; National Printing Bureau Incorporated, Japan. — 13/501904; zaiavl. 08.10.2010; opublik. 09.08.2012.
62. Kyrychok T. Iu. Doslidzhennia zminy kharakterystyk zrazkiv banknot pid chas imitatsii znoshuvannia / T. Iu. Kyrychok, V. M. Nesterenko, Ie. H. Sukhina, O. V. Hushcha // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva». — K., 2012. — № 4(38). — S. 4–25.
63. Kyrychok T. J. Badania odpornosci na zuzycie papieru banknotowego = Testing of Banknote Paper Wear and Tear / T. J. Kyrychok, P. O. Kyrychok, S. F. Havenko, V. M. Nesterenko // *Przegland papierniczy*. — 2013. — N 12. — P. 653–656.
64. Kyrychok T. Iu. Metodolohiia vizualnogo otsiniuvannia stiiikosti farbovoho sharu intahliodruku do imitatsii znoshuvannia / T. Iu. Kyrychok // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva». — K., 2013. — № 4(42). — S. 4–12.
65. Kyrychok T. Iu. Vplyv farb metalohrafichnoho druku, yikh kompozytsiinoho skladu na ekspluatatsiini vlastyvoli banknotnykh vidbytkiv / T. Iu. Kyrychok, Ie. H. Sukhina, O. V. Hushcha // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva». — K., 2014. — № 2(44). — S. 4–22.

**Проведен анализ направлений повышения износостойкости банкнотной продукции и разработана их классификация. Выделены следующие направления: применение дизайнерских решений (корректировка размера банкнот, размещения и**



вида защитной ленты, цветовой гаммы, параметров изображения интаглиопечати), технологические средства (применение защитного лакирования и двусторонней интаглиопечати, а также корректировка параметров интаглиопечати), оптимизация свойств материалов для производства банкнот — повышение износостойкости основы (корректировка шероховатости, пористости, степени проклейки, плотности, свойств хлопковых волокон, применение полимерной основы, гибридных многослойных структур, композиций хлопковых и полимерных волокон, поверхностной и объемной противозагрязнительной и противомикробной обработки и т.д.), повышение износостойкости защитных признаков (использование внедренных в основу защитных элементов, нанесение голограмм при производстве основы, создание рельефной основы), увеличение износостойкости красочного слоя за счет корректировки реологических свойств красок интаглиопечати.

**Ключевые слова:** банкнота, износ, износостойкость, интаглиопечать, металлографическая печать, основа банкноты, банкнотная бумага, краска интаглиопечати, защитное лакирование.

The analysis of the ways of increasing the wear resistance of banknote production was investigated and their classification was developed. The following areas were determined: design correction (banknotes size, the location and type of protective tape, colors, parameters of intaglio image), technological means (protective coating and two-side intaglio printing, and correction of intaglio printing parameters), optimization of material properties for the banknote production — improving substrate durability (correction of roughness, porosity, degree of sizing, density, properties of cotton fibers, the use of the polymer substrate, the hybrid multilayer structures, the compositions of cotton and polymeric fiber, surface and bulk antisoiling and antimicrobial treatment, etc.), increase the wear resistance of the protective features (using of embedded in a substrate security elements, application of holograms during the substrate production, the creation of a relief substrate), the increasing of ink layer durability by means of intaglio ink rheological properties correction.

**Keywords:** banknote, deterioration, durability, intaglio printing, banknote substrate, banknote paper, intaglio ink, protective vanishing.

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

Надійшла до редакції 28.09.14