

РОЗРОБКА МЕТОДУ ЗАХИСТУ ДОКУМЕНТІВ ЛАТЕНТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА ОСНОВІ ФРАКТАЛІВ

Марія Назаркевич, Іванна Дронюк, Оксана Троян, Тетяна Томащук

В інформаційній безпеці держави важливу роль відіграє захист друкованих документів. Дана робота присвячена розробці латентних елементів на основі фракталів. Розроблено спеціальні графічні побудови на основі яких створено латентні елементи, що підвищують ефективність та надійність захисту. При побудові графічних елементів на основі фрактальної геометрії утворюється складніший рисунок з прихованою інформацією. Графічні елементи, утворені на основі фракталу, забезпечують складність відтворення захисного елемента, а інформацію, яка є латентною, можна відтворити тільки за допомогою відомого розробникам шаблону.

Ключові слова: захист інформації, латентні елементи, фрактальна геометрія, захист друкованих документів

Вступ. Друковані документи потребують надійних та ефективних методів захисту від фальсифікації. На сьогоднішній день існує велика кількість способів захисту, які ґрунтуються на використанні нових технологій друку, нових видів паперу та фарби, а також післядрукарської обробки. Відомі способи захисту, які є дорогими в реалізації, але є й такі, які не потребують використання вартісних технологій та матеріалів. Основна стратегія захисту полягає в тому, щоб зробити затрачений час та кошти на виготовлення підробленого документа економічно невігідними. У даній праці розроблено метод захисту, який відноситься до недорогих у реалізації, але трудомістких для підробки, тобто достатньо надійних та ефективних для захисту. Реалізація методу відбувається на етапі комп'ютерної обробки у додрукарських процесах, що не вимагає використання додаткового спеціального обладнання та може бути використана для захисту друкованих документів.

Аналіз останніх публікацій. Упродовж останніх років використовувався цілий ряд методів та технологій захисту документів, зокрема захист криптографічними водяними знаками, гільйошними захисними сітками, латентними елементами, які побудовані на різних теоретичних моделях. Проблема захисту інформації розвивається в різних галузях. Дослідження автентичності цінних паперів та документів суворого обліку висвітлюється в роботах А.В. Шевчука, В.П. Музики, М.В. Шовгенюка, В.Й. Запоточного [1]. А.В. Шевчук розробив моделі засобів захисту, які впливають на технологічні фактори виготовлення документів чим вперше поєднав засоби захисту та споживчі характеристики друкованого документа, а також розробив технологію захисту продукції спеціального призначення [7]. Шовгенюком М.В. розроблено нові методи цифрової обробки зображень для захисту цінних папе-

рів [8]. Такі зарубіжні фірми як Security, JURA JSP, та ін. працюють над розробкою спеціального програмного забезпечення для технологій захисту документів [5]. Російські дослідники Руднев А.А. та Ніколаєв А.А. розробили спосіб створення прихованого зображення в елементах захисту поліграфічної продукції від підробок та шаблон для спостереження за цим прихованим зображенням [6]. Аналіз сучасних засобів захисту показує, що існує певна прогалина у реалізації надійних способів вітчизняного захисту поліграфічної продукції. Практично відсутні методи з високими захисними властивостями, які реалізуються з використанням стандартного устаткування, що дозволяють захищати друковані видання, не змінюючи їх візуальних характеристик і не підвищуючи істотно вартість захищеної продукції. Це породжує необхідність розробки нових, ефективних методів захисту документів. Є потреба в розробці нових інформаційних технологій захисту документів від підробки та фальсифікації. Така задача протягом багатьох років залишається пріоритетним завданням.

Постановка задачі. Проведений аналіз сучасних технологій захисту документів вказує на доцільність розробляння таких методів захисту друкованих документів, які не потребують застосування особливих технологій та вартісних матеріалів, але разом з тим можуть забезпечити надійний та ефективний захист. У даній роботі розроблено новий метод побудови латентних елементів на основі фракталів, який дозволяє підвищити ефективність захисту.

Захищений документ повинен відповідати нормам Держстандарту [2], зокрема захисні елементи повинні бути виконані у межах 40–50 мкм позитивного відтворення і 60–80 мкм негативного відтворення, а величини мікрошрифтів повинні перебувати у межах 200–250 мкм, що гарантує

високу якість поліграфічного друку та зменшує ймовірність підробки.

Технологія формування латентних елементів. Латентні зображення – це зображення, що мають властивість зміни видимості елементів при зміні умов спостереження. Для їх створення розроблено низку складних технологій [5]. Латентні зображення створюють на рисунках, у тексті та в фонових сітках. Розробляють спеціальні графічні елементи, які містять приховану інформацію, що може бути відтворена тільки при застосуванні відомих розробникові методів та засобів.

Залежно від виду освітлення можна прочитати секретні написи або рисунки. Латентні зображення можна створювати різними способами: за допомогою засобів голографії, з використанням явища поляризації, із застосуванням спеціальних фарб і покриттів тощо. Авторами запропоновано метод формування латентних елементів у процесах додрукарської підготовки на основі фрактальної геометрії. Ключовою властивістю фрактала є самоподібність, яка полягає у тому, що частина структури подібна цілому. Фрактали будують рекурсивною процедурою [4].

Запропонована технологія формування латентних елементів ефективна при використанні високих лінійних більших ніж 200 lpi, і виведенні документу з роздільною здатністю 3000-4000 dpi. У такому випадку метод надійно захищає документ від підробки на всіх копіювально-розмножувальних апаратах. При спробі підробки на цих пристроях не буде точно відтворюватися растрова структура оригіналу і, відповідно, при накладанні шаблону-детектора не буде відтворюватися приховане зображення і спостерігатиметься муар. Структурну схему методу захисту наведено на рис. 1.

Основна ідея методу захисту полягає в тому, що для гільйошних захисних сіток формують зміщення частини ліній растра на половину величини кроку ліній растра.

Латентний елемент формують на основі двох рівномірних растрових полів, утворених лінійним растром з однаковою лінійністю і відносною площею растрових елементів. У першому растровому полі приблизно 60-70% градацій сірого для ліній растру (рис. 2) і в другому растровому полі біля 15-20% градацій сірого (рис. 3) співпадають за розміром з базовим гільйошним елементом із відображенням темних ділянок на першому растровому полі і світлих ділянок на другому растровому полі.

На сформовані таким чином растрові поля поміщають зображення майбутнього елементу захисту, який потім вирізають, а утворену область заповнюють тим самим растром зі зміщенням на половину кроку ліній растру. Далі здійснюють перефарбування базового гільйошного елементу для створення гільйошної маски. Для цього білі елементи залишаються білими, а темні елементи – прозорими. Поверх другого растрового поля формують гільйошну маску для приховування інформації. Прихована інформація може бути перевірена за допомогою оригінального шаблону плівки-детектора. Тим самим забезпечується можливість перевірки достовірності документу. Для створення елементу захисту на перше та друге растрові поля поміщають зображення прихованої інформації, наприклад, у вигляді напису, «FALSE» (рис. 2, 3).

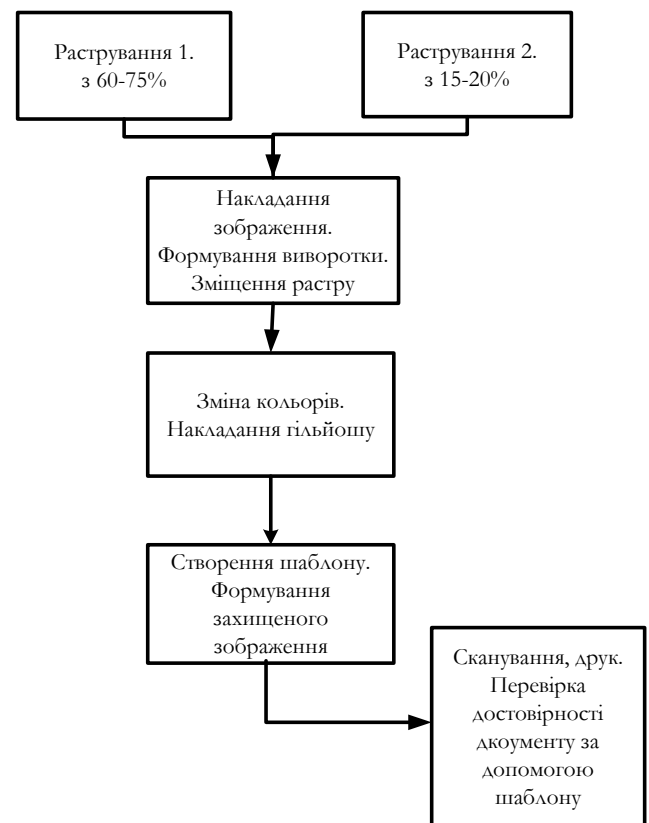


Рис. 1. Структурна схема методу захисту

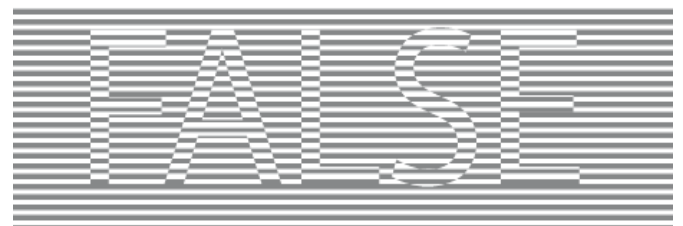


Рис. 2. Прихований напис «FALSE», що утворений зміщенням ліній растру, на першому растровому полі



Рис. 3. Прихований напис «FALSE», що утворений зміщенням ліній растру, на другому растровому полі

З метою перевірки достовірності документа для спостереження прихованого зображення на елементах захисту поліграфічної продукції використовується шаблон (рис. 4), який містить сітку з лінійним растром частотою рівною лінійності растру прихованого зображення з відносною площею растрових елементів 40-45%.



Рис. 4. Шаблон з відносною площею растрових елементів 40-45%

У випадку підробки при відтворенні документу поліграфічним способом виникає різниця лінійності растру від оригінальної, тому при накладенні шаблону буде спостерігатися сильний муар, а приховане зображення буде гірше читатися (аж до нерозбірливості при сильній різниці лінійності). На рис. 5 - лінійність зображення менша від лінійності шаблону на 5%, при візуальному спостереженні за допомогою півки-детектора є ознаки фальсифікації.

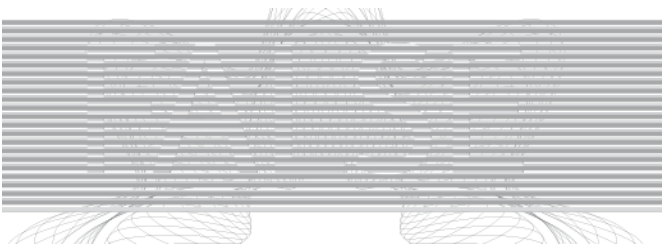


Рис. 5. Ознаки фальсифікації, сильний муар

Захист на основі самоподібних структур.

Для забезпечення ефективного захисту документів є необхідність розробити растри складніші від лінійних, які базуються на фрактальній основі. Растри на основі фракталів мають складну геометричну структуру, що утруднює підробку. Фрактали належать до самоподібних структур, у яких зображення не залежить від масштабу.

Фракталам притаманні властивості: побудова фрактала здійснюється за допомогою рекурсивної процедури; форма отриманого зображення суттєво залежить від заданих параметрів; самоподібність, тобто подібність частин фракталу до форми усього фракталу; складність фрактального зображення при його збільшенні не змінюється. Ці властивості фракталів використовуються для збільшення ефективності захисту розробленим методом.

Найбільш відомі групи фракталів: алгебраїчні (створюються на основі нелінійних процесів в багатовимірних просторах); геометричні (створюються за допомогою ламаної-генератора, яка за один крок замінює ламану-генератор і таким чином створюється геометричний фрактальний образ); стохастичні (створюються ітераційним процесом з випадковими параметрами).

Для захисту документів на основі формування латентних елементів доцільніше використовувати групу геометричних фракталів.

Розробка системи захисту фракталами.

Опишемо алгоритм побудови захисних елементів на основі фракталів. На рис. 6 подано блок-схему розробленого методу.

Побудований метод демонструє процес генерування фрактального растру з прихованою інформацією для захисту друкованих документів. Після обробки вхідних даних генерується фрактал і формується фрактальний захисний елемент, що додається до шаблону документу.

Розробка системи захисту геометричними фракталами. Для вирішення задачі підвищення ефективності захисту інформації слід побудувати математичну модель, яка дозволить оцінити показники ефективності. Зважаючи на те, що параметри фрактала можна вибирати за допомогою випадкових процесів, а також використовувати у сформованому зображенні кольори (4) та напівтони (255), різноманітність форм (1000), що задаються за допомогою фракталів, то кількість параметрів для побудови захисних елементів є порядку $4 \cdot 255 \cdot 1000 \approx 10^6$. Це означає, що для банку документів, що містить 10^6 екземплярів може бути сформовано персоніфікований захист для кожного документа.

У геометричних фракталів форма будується як послідовність певних геометричних операцій. Побудова таких фракталів починається з двох фігур – ініціатора та генератора. Останній є орієнтованою ламаною, що складається з N рівних відрізків довжиною r . Розмірність Хаусдорфа [4] обчислюється за формулою $D = \ln N / \ln (1/r)$.

Візьмемо за основу захисного елемента геометричний фрактал, названий фракталом Мінковського та зображений на рис. 7. Генератор складається з восьми рівних частин. Параметри фрактала Мінковського: $N = 8$; $r = 1/4$; $D = 1,26$.



Рис. 6. Блок-схема формування захисного елемента на основі фракталу

Спосіб захисту полягає у тому, що у векторному форматі утворюють графічні елементи захисної сітки, які копіюють, розмножують та утворюють захисну сітку на основі фракталу за допомогою рекурсивної процедури. Фрактали будуються рекурсивною процедурою, де кожен одиничний графічний елемент постає в ролі генератора, який задає величину захисного елемента. Величина захисного елемента будується мінімально можливою для відтворення в друкованому виді, а потім ініціатором заповнюється площа сітки.

Побудова сітки починається з завдання параметрів фракталу. На основі створеного фракталу можна створити велику кількість варіантів фрактальних сіток, змінюючи масштаб, поворот, а також збільшуючи або зменшуючи кількість ітерацій. Фрактальні фонові сітки є складними для відтворення, адже при цьому необхідно використати алгоритм побудови вибраного типу фракталу. Документ, який підлягає захисту може містити текстову, графічну чи табличну інформацію, яку розміщуємо на верхній рівень. На нижньому рівні генерується фрактальна фонові сітка, з певними керованими параметрами, тобто з ступенем дроблення величини захисних елементів.

Будь-яке графічне наповнення документа складається з одиничних графічних елементів, величина яких задається параметрами фракталу

та задаються параметри елементів. Товщина одиничних графічних елементів задається з мінімальними параметрами, які важко відтворити при копіюванні офісною технікою. Колір одиничних графічних елементів задається в світлій тоновій гаммі або з додаванням особливих фарб у процентному співвідношенні до основної фарби, що забезпечує надійність та ефективність захисту. Спосіб захисту документів використовує векторну технологію побудови сіток з використанням програмного коду, який повністю адаптований до виведення інформації на поліграфічній техніці для високоякісного друку, що дає можливість реалізувати захист.



Рис. 8. Перше растрове поле з прихованим написом «FALSE», утвореним фрактальним елементом із зміщенням ліній растру

Побудова відбувається згідно наступного алгоритму. Спочатку створюємо відрізок-основу, який є ініціатором. Надалі заміняємо відрізок-ініціатор фігурою-генератором. Продовжуємо побудову кривої, вважаючи, що кожна ділянка генератора на попередньому етапі є ініціатором на даному етапі.

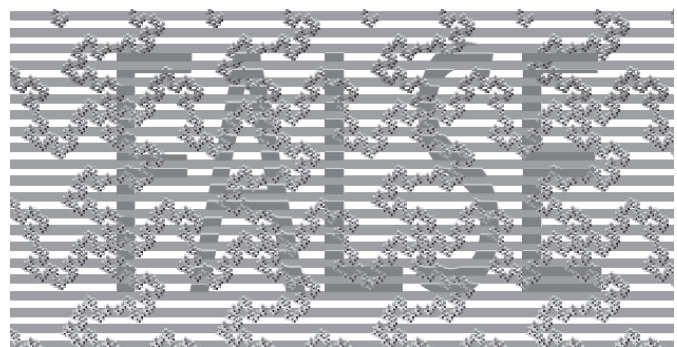


Рис. 9. Друге растрове поле з прихованим написом «FALSE», утвореним фрактальним елементом із зміщенням ліній растру

Латентний елемент формують на основі двох рівномірних растрових полів, утворених фрактальним растром з однаковою лініатурою та однаковою відносною площею растрових елементів. У першому растровому полі приблизно 60-

70% градацій сірого для ліній растру (рис.8) і в другому растровому полі біля 15-20% градацій сірого (рис. 9) співпадають за розміром з базовим гільйошним елементом із відображенням темних ділянок на першому растровому полі і світлих ділянок на другому растровому полі. На сформовані таким чином растрові поля поміщають приховану текстову інформацію слово «FALSE», які потім вирізають, а утворену область заповнюють тим самим растром зі зміщенням на половину кроку ліній растру. Далі здійснюють перефарбування базового гільйошного елементу для створення гільйошної маски. Метод формування латентних елементів на основі фракталів відбувається аналогічно як було описано вище у випадку лінійного растру. На рис. 10 показано півкудетектор для автентифікації документа. На рис. 11 показаний приклад визначення підробленого документу даним методом. Таким чином на основі розробленого методу можна встановити достовірність документу.



Рис. 10. Шаблон з відносною площею растрових елементів 20%

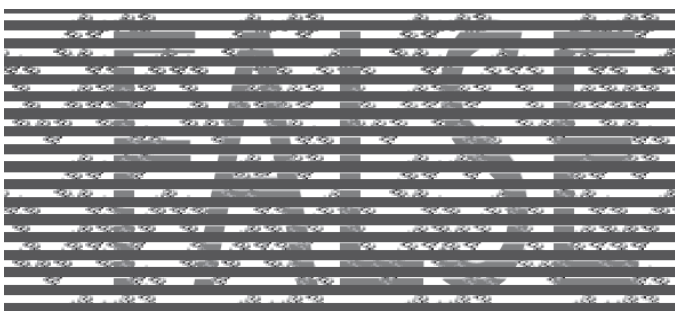


Рис. 11. Ознаки фальсифікації, приховане зображення погано читається, фрактальний елемент не співпадає з лінією растру

Висновок. Створено метод захисту друкованих документів. Суть методу полягає у розробленні елементів поліграфічного захисту, а саме: захисних елементів на основі фракталів з прихованою інформацією. Розроблено метод захисту документів, який дозволяє підвищити ефектив-

ність захисту на основі фракталів та надає три ступені захисту завдяки: 1) складності фрактального растрового візерунку, відтворення якого вимагає значної кількості часу, що відповідно призводить до підвищення складності фальсифікації; 2) використання спеціальних способів друку, при яких відсутні розриви фрактальних елементів та накладання фарб навіть на найдрібніших елементах фракталу; 3) прихованій інформації, що може бути відтворена тільки засобами розробника.

Оскільки впровадження та реалізація методу не вимагає великих фінансових затрат, то розроблений метод може широко використовуватись для захисту бланків суворого обліку, а також для захисту документів.

ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Запоточний В. Й. Технології захисту цінних паперів / В. Й. Запоточний. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 128 с.
- [2]. ДСТУ 4163-2003. Державна уніфікована система документації. Уніфікована система організаційно-розпорядчої документації. Вимоги до оформлення документів.
- [3]. Киричок, П.О. Методи захисту цінних паперів та документів суворого обліку [Текст] / П.О. Киричок, Ю.М. Коростіль, А.В. Шевчук – К.: КПІ, 2008.– 368 с.
- [4]. Кроновер Р., Фракталы и хаос в динамических системах [Текст] / Р. Кроновер. – М.: Техносфера, 2006.– 488 с.
- [5]. Маресин В.М. Защищенная полиграфия [электронный ресурс] / В.М. Маресин. – М.:ФЛИНТ. 2014. – 640 с.
- [6]. Патент на изобретение РФ № 2271937 «Способ создания скрытого изображения в элементах защиты полиграфической продукции от подделок и шаблон для наблюдения этого скрытого изображения». / Руднев А. А., Николаев А. А.
- [7]. Шевчук А.В. Модель засобів захисту друкованих документів [Електронний ресурс] / А.В. Шевчук // Захист інформації. - 2013. - т.15, № 1. - С. 63-66. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Zi_2013_15_1_10.pdf
- [8]. Шовгенюк М. В. Аналітичний розв'язок рівнянь автотипного синтезу зображення в колірному просторі ICaS / М. В. Шовгенюк, М. Р. Крик // Доп. НАН України. - 2012. - № 11. - С. 81-86.

REFERENCES

- [1]. Zapotochnyy V.J. Protection Technologies securities / V.J. Zapotochnyy. - Lviv, Lviv Polytechnic Publisher, 2011. – 128 p.

- [2]. ISO 4163-2003. State standardized documentation system. Unified organizational and administrative documentation. Requirements design documents.
- [3]. Kyrychok, P.O. Security techniques securities and strict accounting documents [Text] / P.O. Kyrychok, Y.M. Korostil, A.V. Shevchuk - K : KPI? 2008. – 368 p.
- [4]. Kronover R., Fractals and chaos in dynamical systems [Text] / R. Kronover. - M. : Technosphere, 2006. – 488 p.
- [5]. Maresin V.M. Secure printing [Electron resource]: / V.M. Maresin. - M. Flint. 2014. – 640p.
- [6]. The patent for the invention of the Russian Federation № 2271937 «Method of creating a latent image in the elements of protection against counterfeiting printing products and a template for the observation of the latent image» / Rudnev A.A., Nikolaev A.A.
- [7]. Shevchuk A.V. Model remedies printed documents [electronic resource] / A.V. Shevchuk // Data protection. - 2013. - Т. 15, № 1. - С. 63-66. - Electronic resource: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Zi_2013_15_1_10.pdf
- [8]. Shovhenyuk M.V. Analytical solution of equations avtotypic synthesis of image color space ICaS / M.V. Shovhenyuk, M.R. Creek // Extras. National Academy of Sciences of Ukraine.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ДОКУМЕНТОВ ЛАТЕНТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛОВ

В информационной безопасности государства важную роль играет защита печатных документов. Данная работа посвящена разработке латентных элементов на основе фракталов. Разработаны специальные графические построения на основе которых созданы латентные элементы, повышающие эффективность и надежность защиты. При построении графических элементов на основе фрактальной геометрии образуется сложный рисунок со скрытой информацией. Графические элементы, образованные на основе фрактала, обеспечивают сложность воспроизведения защитного элемента, а информацию, которая является латентной, можно воспроизвести только с помощью известного разработчикам шаблона.

Ключевые слова: защита информации, латентные элементы, фрактальная геометрия, защита печатных документов.

THE DEVELOPMENT METHODS OF THE SECURITY DOCUMENT WHAT ARE BASED ON LATENT ELEMENTS WITH FRACTALS

In information security plays an important role state protection of printed documents. This work is devoted to the development of latent element what based on fractals. There are special graphic construction based on which a latent elements that increase the efficiency and reliability

of protection. In constructing graphical elements on the basis of fractal geometry formed complex pattern of hidden information. Graphic elements formed based on fractal provide complexity play a protective element, and information that is latent, can be played only by well-known designers template.

Index terms: information security, latent elements, fractal geometry, protection of printed documents.

Назаркевич Марія Андріївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій видавничої справи, Національний університет «Львівська політехніка».

E-mail: nazarkevich@mail.ru

Назаркевич Марія Андреевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий издательского дела, Национальный университет «Львовская политехника».

Maria Nazarkevych, Ph.D., Associate Professor of Information technology publishing, National University «Lviv Polytechnic».

Дронюк Іванна Мирослаївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри автоматизованих систем управління, Національний університет «Львівська політехніка».

E-mail: ivannadroniuk@gmail.com

Дронюк Іванна Мирослаївна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры автоматизированных систем управления, Национальный университет «Львовская политехника».

Ivanna Dronyuk, PhD in Physics and Math, Associate Professor of automated control systems, National University «Lviv Polytechnic».

Троян Оксана Анатоліївна, аспірант кафедри інформаційних технологій видавничої справи, Національний університет «Львівська політехніка».

E-mail: troyan.oxana@gmail.com

Троян Оксана Анатольевна, аспірант кафедри інформаційних технологій видавничої справи, Національний університет «Львовская политехника».

Oksana Troyan, postgraduate student of information technology publishing, National University «Lviv Polytechnic».

Томашук Тетяна Юріївна, студент кафедри інформаційних технологій видавничої справи, Національний університет «Львівська політехніка».

E-mail: tanitaangel@rambler.ru

Томашук Тат'яна Юрьевна, студент кафедры информационных технологий издательского дела, Национальный университет «Львовская политехника».

Tomashchuk Tatiana, student of information technology publishing, National University «Lviv Polytechnic».