

ketones and aromatic hydrocarbons can be used as solvents, allowing much greater freedom in the choice of binders. This type of ink for inkjet printing, such as solvent ink, is considered in detail. Solvent ink is a complex physical and chemical system for inkjet printing, consisting of pigment, polymer, film former, solvent and special additives. The structural composition of solvents is characterized, which, getting on paper, undergoes a number of changes over a fixed period of time, as a result of which the dye dries on paper. Ethanol, benzyl alcohol and many other solvents can also be used as carriers. The choice of solvent or solvents often depends on the properties of the writing instrument. The so-called «invisible» ink (UV ink, thermosetting ink, etc.) was studied separately as a kind of protective element. This type of ink is mainly used in steganography, anti-counterfeiting and currency security features, packaging authenticity indicators, brand protection, and secret messages. Conclusions are drawn, emphasizing that understanding the principle of operation of one or another element of protection allows forensic experts of forensic technical examination of documents to effectively identify forgery.

**Key words:** document protection, component composition, printing inks, solvent inks, solvents, dyes, technical examination of documents.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2023.68.39>

УДК 343.98

**Вікторія Станіславівна Куликовська**  
**завідувачка відділу**  
**технічних досліджень документів**  
**лабораторії криміналістичних видів досліджень**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3787-4786>

e-mail: [v.kulykovska@kndise.gov.ua](mailto:v.kulykovska@kndise.gov.ua)

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз  
Міністерства юстиції України*

### **ОДИН З ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ХРОНОЛОГІЧНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРОГРАФІЧНИХ ТА РУКОПИСНИХ РЕКВІЗИТІВ ЗА ВІДСУТНОСТІ МІСЦЬ ЇХНЬОГО ВЗАЄМНОГО ПЕРЕТИНУ**

*Не зважаючи на прогрес у науці і техніці, дослідженню послідовності виконання реквізитів документів, приділяють підвищену увагу і на сучасному етапі розвитку технічної експертизи документів. У статті розглянуто підхід до застосування методу встановлення послідовності виконання реквізитів документів, один з яких виконаний способом електрофотографії, за відсутності місць їх взаємного перетину. Викладений аналіз отриманих в ході експертних досліджень результатів.*

**Ключові слова:** пристрої із лазерною технологією друку, електрографічний спосіб, матеріали письма, тонерний «фон», мікрочастинки тонеру,

*середня щільність тонерного «фону», кольорові забарвлені плівки, відеоспектральний компаратор.*

---

---

**Постановка проблеми.** Не дивлячись на технічний прогрес, на існування цифрових технологій виготовлення документів, що призвели до кардинальних змін способів виконання реквізитів і рецептур матеріалів письма, питанню хронології нанесення штрихів реквізитів документа (дослідженню послідовності їх виконання), підвищену увагу приділяють і на сучасному етапі розвитку технічної експертизи документів, оскільки найчастіше єдиним шляхом вирішення питання про дійсність або підроблення документа є встановлення, виконаний текст поверх підпису чи записів, або навпаки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження, які проводяться в напрямку вивчення можливостей оптичної мікроскопії при вирішенні завдань по встановленню хронології виконання реквізитів документів, вказують на суттєві успіхи в напрямку застосування методики, яка заснована на використанні сучасних можливостей оптичних мікроскопів та впроваджених систем візуалізації і цифрової реєстрації картини, яка спостерігається під мікроскопом. Дослідженню питань, пов'язаних з вирішенням завдань по встановленню хронології виконання реквізитів документів, як за наявності місць їх взаємних перетинів так і без цих місць, присвячені роботи О. В. Наранович, Г. В. Лошманової, В. І. Дубинки, С. В. Стороженко [1], М. В. Торопової [3], А. Ф. Соколова, Martina Luňáková [4].

Як свідчать результати аналізу наукової літератури, основна увага приділяється практиці застосування методу встановлення послідовності виконання реквізитів документів, один з яких виконаний способом електрофотографії, за відсутності місць їх взаємного перетину з урахуванням ситуацій, у яких застосування саме цього методу дослідження може призвести до помилки зі сторони експерта (надання не вірної оцінки отриманих результатів). Авторами надаються окремі рекомендації щодо застосування вказаного методу дослідження при проведенні такого роду експертиз, які можуть бути допоміжними.

**Мета дослідження.** Практичне напрацювання підходів до застосування методу встановлення послідовності виконання реквізитів документів, один з яких виконаний способом електрофотографії, за відсутності місць їх взаємного перетину.

**Викладення основного матеріалу.** Одним з найпоширенішим при виконанні друкованих текстів документів є електрографічний спосіб з використанням порошкових тонерів, тобто друкування за допомогою знакосинтезуючих пристроїв із лазерною технологією друку (принтер, копіювальний апарат, баратофункціональний пристрій), а у практиці діловодства для виконання рукописних записів чи підписів найчастіше застосовують писальні прилади – ручки, які споряджені пастами, гелієвими чорнилами або чорнилами для авторучок. Тому й найбільш частіше штрихи тонеру на папері (тексти надруковані на пристроях із лазерною технологією друку) являються об'єктами

технічного дослідження документів при вирішенні питань послідовності їх виконання по відношенню до інших реквізитів письма в документі.

З експертного досвіду та проведених наукових досліджень відомо, що при висиханні штрихів рукописних записів, які виконані вказаними вище матеріалами, на поверхні утворюється кольорова забарвлені плівки. Їх рівномірність залежатиме від концентрації полімерної складової, що входить до складу матеріалів письма – чим вище вміст цієї складової тим більш рівномірною буде поверхнева плівка; чим нижче вміст то матеріал письма дифундує, повторює нерівність поверхні, на якій він виконаний.

Також відомо, що при виконанні текстів/зображень, за допомогою пристрів із лазерною технологією друку, на вільних ділянках аркушу документа завжди з'являється «фон», що утворюється мікрочастинки тонера (їх поява зумовлена наявністю на поверхні верхнього валу (Upper Fuse rRoller) картриджу залишків окремих частинок тонера). Щільність «фону» (характер розподілу мікрочастинок по аркушу), тобто кількість мікрочастинок на одиницю площі, залежить від стану світлочутливого барабана лазерного пристрою, а також від об'єму надрукованого матеріалу (чим більше знаків тексту, тим інтенсивніший «фон»).

При вирішенні питань зі встановлення послідовності виконання штрихів, утворених електрофотографічним способом і матеріалами для ручок, за відсутності ділянок їх взаємного перетину, використовується метод дослідження, заснований на відомому явищі виникнення під впливом світлового випромінювання оптичних хвильових ефектів у тонкій плівці фарбувальної речовини на поверхні штриха (мікрочастинках тонера).

Для спостереження оптичних ефектів в тонких плівках на ділянках перетину штрихів (фрагментів штрихів, мікрочастинок) тонера підходять як прямі так і інвертовані мікроскопи відбитого світла, які дають можливість збільшення до 500<sup>x</sup> та більше крат.

Таким чином, в залежності від того як розташовані мікрочастинок тонера по відношенню до штрихів рукописних реквізитів буде зроблена експертна оцінка про послідовність виконання відповідних реквізитів.

На першому етапі дослідження оцінюється характер «фону», його щільність на певних ділянках поверхні паперу досліджуваного документа, вид мікрочастинок тонерного «фону».

При оцінці щільності тонерного «фону» необхідно оцінювати його рівномірність на вільних від будь-яких реквізитів ділянках аркушу у порівнянні з цим показником у межах рукописних штрихів. Як правило виникають труднощі в оцінці щільності тонерного «фону» у межах рукописних штрихів з причини їх забарвленості, наприклад, рукописні штрихи мають темний або чорний кольори.

Експертами КНДІСЕ МЮ України при проведенні такого виду експертиз, на першому етапі дослідження для оцінки щільності тонерного «фону» у межах рукописних штрихів, проводиться вивчення цих штрихів в ІЧ-променях ( $\lambda=780-850$  нм) при збільшенні 80-128<sup>x</sup> крат за допомогою відеоспектрального компаратора. Вивчення рукописних штрихів в ІЧ променях дає змогу нівелювати кольорове забарвлення штрихів (вивчити безбарвні або слабо забарвлені втиснуті штрихи) і провести оцінку щільності тонерного «фону» в повному обсязі.



При цьому поруч з підписом, в межах якого відсутні мікрочастинки тону, наявні підписи в межах штрихів яких такі мікрочастинки присутні, які мають такий же відносно рівномірний їх розподіл, як і прилигли до штрихів ділянки аркушу паперу та незадруковані ділянки цього документа (див. нижче рисунок 3)

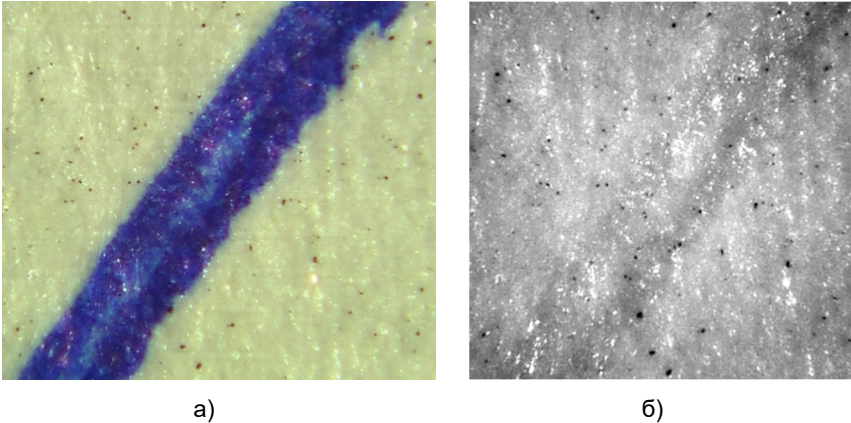


Рис. 3 – Штрих одного з наявного на документі підпису:  
а) в умовах денного прямого освітлення;  
б) в ІЧ-променях  $\lambda=850$  нм (мікрочастинки тону містяться як на прилеглих до підпису ділянках так і у площині штриха)

Експертами проводився експеримент шляхом виконання рукописних записів різним матеріалом письма – ручками спорядженими пастами, гелієвими чорнилами та чорнилами для авторучок і виконання текстів за допомогою знакосинтезуючих пристроїв із лазерною технологією друку. Виконання реквізитів проводилося у різній хронології при цьому рукописні реквізити не мали місць взаємних перетинів з друкованими текстами.

Експеримент показав, що:

- при виконанні рукописних записів і підписів після друкування текстів, мікрочастинки, що утворюють тонерний «фон» та які містяться у площині рукописних штрихів, не мають якогось додаткового відлущення від поверхні паперу вузлом пишучого приладу, але мають плоску форму (прим'ятість вузлом пишучого приладу), на поверхні яких спостерігається пурпуровий або помаранчевий блиск, обумовлений наявністю на їх поверхні нашарувань матеріалу письма, якими виконані ці рукописні реквізити;

- не відбувався вплив матеріалу письма (хімічний/фізичний) на стійкість до фіксації частинок тону;

- при виконанні рукописних реквізитів ще до того, як відбувається друкування тексту, у їх заглиблених штрихах спостерігається відсутність мікрочастинки, що утворюють тонерний «фон» або їх кількість набагато менша ніж на ділянках поряд.

Дослідження показали, що відсутність мікрочастинок тонеру, в заглиблених від вузла пишучого пристрою штрихах рукописних реквізитів, не залежить від матеріалу письма, а пов'язане з фізичними основами роботи пристроїв друку із лазерною технологією.

Розглянемо процес друкування пристроїв із лазерною технологією друку.

Лазерний пристрій – це пристрій, в якому для перенесення зображення на папір використовується тонерний порошок, лазерний промінь та статична електрика.

Принцип роботи лазерного принтера є фотоелектричним. Пристрій складається із трьох основних блоків:

- лазерного;
- формувального;
- закріплювального (термічного).

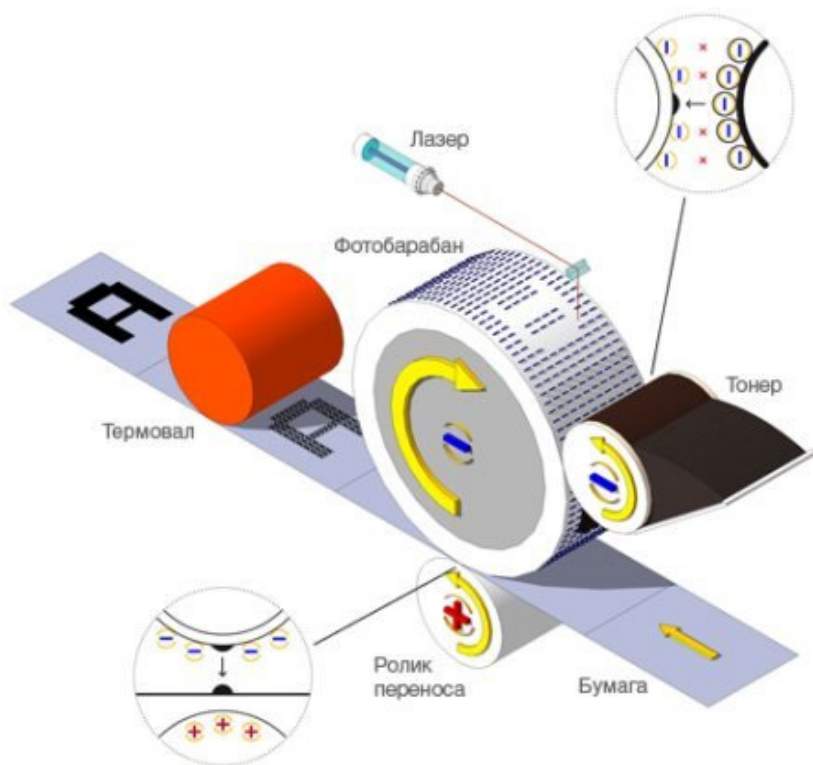


Рис. 4. Фізичні основи роботи лазерного принтера

За рахунок функціонування цих вузлів виходить бажаний результат.

Насправді процес формування зображення досить простий, і його можна розбити на кілька основних етапів:

- 1) створення заряду на фотобарабані.
- 2) освіта незаряджених областей на фотовалу.
- 3) перенесення тонера в незаряджені області на фотобарабані.
- 4) перенесення тонера з фотобарабана на аркуш паперу.
- 5) закріплення тонера на папері.

Відсутність або значне зменшення частинок тонера в заглиблених місцях рукописних реквізитів, які були виконані на папері ще до друкування тексту, пояснює принцип роботи знакосинтезуючого пристрою з лазерною технологією друку на етапі перенесення зображення на папір (див. нижче рисунок 5).

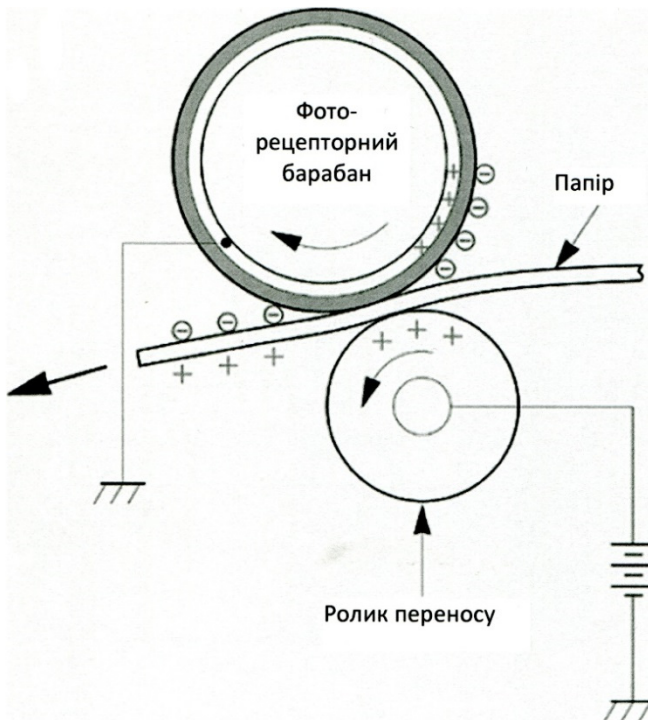


Рис. 5. Етап перенесення зображення на папір

На цьому етапі підготовлене забраження переноситься з фотобарабану на папір. Для цього використовується нитка заряду, що створює високий позитивний заряд під папером, завдяки чому тонер перетягується на папір.

Вступник в принтер аркуш паперу наділяється позитивним зарядом. Проходячи в зіткненні з фотобарабаном, папір забирає негативно заряджені частинки, в тому числі і тонер.

Тонер залишається на папері, утримуючись лише за рахунок електростатичного притягання. Якщо фарбу додатково не закріпити, її буде легко змістити з листа, наприклад, провівши по ньому пальцем. Для фіксації тонера використовується нагрівальний модуль, проходячи через який фарбувальна речовина плавиться і схоплюється з папером.

Аналізуючи отримані експериментальним шляхом результати та враховуючи принцип роботи знакосинтезуючого пристрою з лазерною технологією друку, експерти прийшли до висновку, що відсутність, в межах штрихів рукописних реквізитів мікрочастинок тонера, на відміну від прилеглих до нього ділянок, пояснюється тим, що частинки тонера не змогли потрапити в заглиблені місця штрихів рукописних записів/підписів в тій же кількості, яка спостерігається на прилеглих до рукописних реквізитів ділянках паперу, так як перенос тонера у заглиблені місця погіршується унаслідок слабкої електропровідності таких місць (див. нижче рисунок 6)<sup>1</sup>.

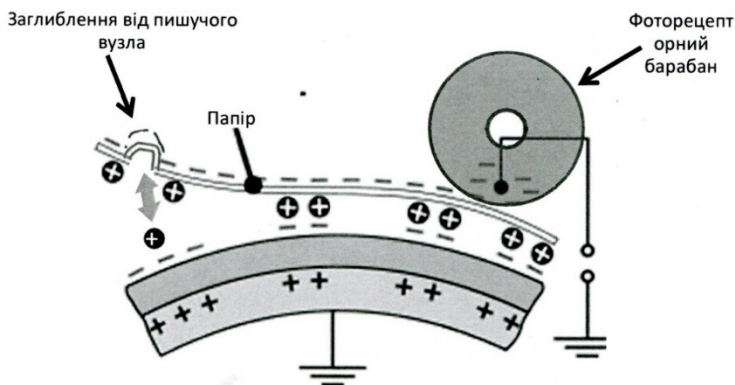


Рис. 6. Етап перенесення зображення на папір, що вже містить рукописні реквізити, а саме містить втиснені сліди від вузла пишучого приладу

**Висновки.** Отже, з огляду на проведені дослідження та отримані результати, при вирішенні питань із встановлення послідовності виконання штрихів, утворених електрофотографічним способом і пишучими приладами, за відсутності ділянок їх взаємного перетину, вже на етапі вивчення тонерного «фону» в ІЧ-променях ( $\lambda=780-850$  нм), можна дійти висновку, що запис/підпис був виконаний раніше друкування тексту/зображення на

<sup>1</sup> Martina Luňáková. Sequence of Entries Determination – New Approach to Additional Print. / 11<sup>th</sup> International Forensic Symposium Bratislava 2013



знакосинтезуючому пристрої, якщо в межах штрихів рукописних реквізитів, спостерігається відсутність мікрочастинок тонеру, що з'являються в процесі друку, або їх кількість значно менша у порівнянні з прилеглими до цих штрихів ділянками паперу.

Окрім цього експертами, які проводять технічні дослідження документів, продовжується вивчення реквізитів отриманих електрофотографічним способом на різних марках і моделях лазерних пристроїв, а також вивчається кількісна залежність тонерних мікрочастинок у межах штриха від глибини рельєфу від вузла пишучого приладу.

#### Перелік посилань

1. Методика встановлення послідовності виконання штрихів, утворених електрофотографічним способом та пастами для кулькових ручок, за відсутності ділянок їх взаємного перетину: звіт про НДР (заключний) ХНДІСЄ МЮ України; кер. О. В. Наранович Г. В. Лошманова, В. І. Дубинка, С. В. Стороженко. Харків, 2016, 54 с. № ДР 0114U001650

2. Куликовська В. С. Встановлення послідовності виконання реквізитів в документах, як один з підходів до вирішення задач по встановленню відносної давності виконання реквізитів в документах. Особливості існуючих методів. *Криміналістика і судова експертиза*. 2018. № 63. С. 269-278.

#### References

1. Naranovych, O. V., Loshmanova, H.V., Dubinko, V. I., Storozhenko, S. V. (Eds.) (2016). The method of establishing the sequence of strokes execution formed by the electrophotographic method and pastes for ballpoint pens, in the absence of sections of their mutual cross-section: report on the research work (final) of the National Scientific Center «Hon. Prof. M. S. Bokarius Forensic Science Institute» of Ukraine. Kharkiv. 54 p. No. Dr 0114U001650 (in Ukrainian)

2. Kulykovska, V. (2018). The sequencing of the execution of the details in the documents, as one of approaches to solving the task of establishing the relative duration of execution requital in the documents. Adapt to existing methods. *Criminalistics and Forensics*. Kyiv Scientific Research Institute of Forensic Expertise of the Ministry of Justice of Ukraine. Issue 63. P. 269-278 (in Ukrainian)

### ONE OF THE APPROACHES TO SOLVING THE PROBLEM OF ESTABLISHING THE CHRONOLOGICAL SEQUENCE OF PERFORMING ELECTROGRAPHIC AND HANDWRITTEN DETAILS IN THE ABSENCE OF PLACES OF THEIR MUTUAL INTERSECTION

V. Kulykovska

Long-term expert practice indicates that the filling of a number of documents has a strictly regulated, often violated order.

In the article, the author points out the relevance in modern technical and forensic examination of documents of solving the issue of chronological drawing of strokes of the details of the document (study of the sequence of their implementation), since most often the solution of this particular issue is the only way to establish the truth about the validity or falsification of the document.

Taking into account the changes in the writing materials (the addition of new and constant improvement of existing recipes) occurring in modern production, it is necessary to constantly update existing and create new methods for solving this problem.

The author pointed out significant progress in the direction of applying a technique based on the use of modern capabilities of optical microscopes and embedded systems for visualization and digital registration of a picture that is observed under a microscope, taking into account the printing process of devices with laser printing technology, in which toner is used to transfer the image to paper. powder, laser beam and static electricity.

The article considers an approach to the application of the method of establishing the sequence of execution of the details of documents, one of which is made by the method of electrophotography in the absence of places of their mutual cross-section. The analysis of the results obtained in the course of expert studies is presented. The scheme algorithm of the conducted experimental studies is described and a logical chain of established facts is built. The illustrations of the results of the conducted research are given.

It is indicated in the article, which continues the study of the details obtained by the electrophotographic method on different brands and models of laser devices, as well as the quantitative dependence of toner microparticles within a stroke on the depth of the relief from the writing instrument assembly.

The author of the article notes that even in the presence of the instrumental base, methodically competent development of the conditions of application is required, and in general, conducting expert research requires the expert not only to have knowledge of existing research methods but also the ability to correctly evaluate the results obtained.

**Key words:** devices with laser printing technology, electrographic method, writing materials, toner «background», microparticles of toner, average density of toner «background», colour dyed films, video spectral comparator.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2023.68.40>

УДК 343.98:148:667:6

**Костянтин Миколайович Ковальов**  
**доктор філософії в галузі права,**  
**радник директора**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1964-9283>

E-mail: [KovalovKM@dndec.mvs.gov.ua](mailto:KovalovKM@dndec.mvs.gov.ua)

*Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр  
МВС України*

**МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ ДАВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ДОКУМЕНТА: НАЦІОНАЛЬНИЙ І МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД**

*Стаття присвячена аналізу сучасних тенденцій формування науково-методичних основ визначення давності виготовлення документа в контексті*