

УДК 676.1:343.983+620.1:343.98 DOI: <https://doi.org/10.32631/v.2025.4.27>

Павло Павлович Канівець,

Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, відділ товарознавчих та гемологічних досліджень (головний судовий експерт);

 <https://orcid.org/0000-0003-2202-7119>,

e-mail: pasha3092@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ СУДОВОЇ ТОВАРОЗНАВЧОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ПАПЕРУ, КАРТОНУ ТА ВИРОБІВ ІЗ НИХ

У статті комплексно досліджено методологічні та практичні аспекти проведення судової товарознавчої експертизи паперу, картону та виробів із них. Проаналізовано специфіку об'єкта дослідження, зумовлену широким асортиментом продукції, різноманітністю марок, композицій і технологій виробництва, що безпосередньо впливає на формування експертної методики. Систематизовано ключові завдання експертизи, спрямовані на ідентифікацію товарної позиції, встановлення відповідності якості нормативним вимогам, ідентифікацію дефектів та з'ясування причин їх виникнення. Окремлено основні етапи експертного дослідження, зокрема візуальний огляд, вимірювальні та лабораторні методи аналізу, метою яких є вивчення фізико-механічних (щільність, гладкість, вологість, міцність на розрив і зминання) та оптичних властивостей, а також хімічного складу. Особливу увагу приділено виявленню таких характерних дефектів, як розшарування, деформація, порушення цілісності поверхні, зміна кольору, що може свідчити про порушення технології виробництва, умов зберігання або транспортування. Запропоновано науково обґрунтовані рекомендації щодо вибору оптимального комплексу дослідницьких методів для вирішення конкретних експертних завдань, що сприятиме підвищенню об'єктивності, достовірності та доказовості висновків судової товарознавчої експертизи.

Ключові слова: судова товарознавча експертиза, папір, картон, ідентифікація, фізико-механічні властивості, дефекти, якість, стандартизація, експертна методика.

Оригінальна стаття

Постановка проблеми

Із погляду судової товарознавчої експертизи особливий інтерес становлять папір, картон і вироби з них, що зумовлено їх універсальним та масовим застосуванням у всіх сферах життєдіяльності суспільства. Ці матеріали виступають не лише як носії інформації в документах, елементах маркування та пакування товарів, але й як самостійні об'єкти цивільного обороту. Висока економічна значущість і функціональна роль

паперу та картону зумовляють їх часту участь у правопорушеннях, пов'язаних із виготовленням, обігом і використанням неякісної, фальсифікованої або контрафактної продукції [1].

Папір і картон є складними поліграфічними та полімерними композиціями, фізико-хімічні властивості яких визначаються якістю вихідної сировини (целюлози, деревинної маси, наповнювачів, покриттів), технологією виробництва та умовами подальшої експлуатації. Саме ця багатокомпонентність зумовлює широкий спектр потенційних дефектів, таких як розшарування, деформація, несанкціонована зміна барвистості або оптичних властивостей, що може свідчити як про відхилення від технологічного регламенту та порушення умов зберігання, так і про навмисну модифікацію продукції з метою обману споживачів [2].

З огляду на зазначене постає актуальне завдання розроблення чіткої, науково обґрунтованої методики проведення судової товарознавчої експертизи, здатної достовірно ідентифікувати вид, марку й сорт матеріалу, встановити відповідність його якості заявленим характеристикам або нормативним вимогам, а також виявити наявність і причини виникнення дефектів. Необхідність удосконалення таких методик особливо посилюється у справах, пов'язаних із захистом прав інтелектуальної власності (виявлення контрафактної продукції), визначенням збитків від неналежної якості товару, а також у кримінальних провадженнях, де папір є матеріальним носієм інформації (наприклад, підробка документів, цінних паперів). Отже, вдосконалення експертних підходів до дослідження паперу, картону та виробів із них є вкрай актуальним і потребує комплексного наукового осмислення.

Стан дослідження проблеми

Аналіз сучасних наукових досліджень щодо паперу, картону та виробів із них засвідчує значний інтерес до технологічних аспектів їх виробництва, модифікації та вдосконалення [3–13]. Водночас із позицій судової товарознавчої експертизи ці роботи мають суттєвий прикладний потенціал для розв'язання ключових експертних завдань – ідентифікації матеріалу, виявлення дефектів та встановлення відповідності нормативним вимогам.

Дослідження у сфері створення нових покриттів, зокрема застосування сумішей катіонного крохмалю, гліцерину та полівінілового спирту для формування бар'єрних властивостей крафт-лайнера [3], а також використання леукоаврину для отримання гідрофобного паперу [4], надають експертам важливі орієнтири щодо хімічних маркерів і фізико-механічних характеристик матеріалу. Ці дані можуть бути використані для диференціації марок і видів паперу, виявлення несанкціонованих модифікацій або невідповідності заявленому

складу. Аналогічно, роботи з вивчення органомінеральних композитів для офісних паперів та огляди композитних матеріалів типу папір – полімер формують наукову основу для експертного встановлення функціонального призначення матеріалу та діагностики порушень технології виробництва.

Для експертної практики особливо значущими є результати, що стосуються розвитку аналітичних методів. Зокрема, методика кількісного визначення залишків гелану на папері [5] може бути використана як модель для виявлення несанкціонованих добавок або технологічних слідів, які впливають на якість і безпечність продукції. Дослідження з екстракції нановолокон целюлози з макулатури [6; 7] відкривають перспективи для ідентифікації сировинного складу та встановлення факту використання вторинної сировини, що може мати істотне значення у справах про фальсифікацію.

Оглядові праці, присвячені типології, властивостям і технологічним особливостям паперу [8; 9] та його інженерії [10], забезпечують теоретичну базу для класифікації об'єктів дослідження відповідно до міжнародних стандартів і технічних регламентів. Водночас аналіз робіт, присвячених детермінантам утворення відходів пакувальних матеріалів [11–13], дозволяє виявити потенційні слабкі ланки в логістичних процесах, що можуть зумовлювати виникнення дефектів продукції.

Попри наявність значного теоретичного фундаменту, аналіз літератури свідчить, що питання, безпосередньо пов'язані із судово-експертною методологією, залишаються на периферії наукового інтересу. Жодна з розглянутих робіт не ставить за мету розроблення алгоритмів чи критеріальних баз, адаптованих до потреб судової експертизи. Зокрема, недостатньо дослідженими залишаються такі аспекти, як:

- систематизація дефектів паперу та картону з урахуванням їхнього генезису (виробничі, транспортні, зберігання);
- розроблення експрес-методів попереднього аналізу;
- формування комплексу діагностичних ознак для встановлення контрафакту;
- визначення оптимальних методів відбору проб і підготовки зразків для різних видів лабораторного дослідження.

Таким чином, існує нагальна потреба в адаптації сучасних наукових досягнень паперової промисловості для створення цілісної, науково обґрунтованої методики судової товарознавчої експертизи, що базується на синтезі знань із хімії, матеріалознавства, технології та криміналістики й орієнтована на ефективне вирішення завдань правосуддя.

Мета і завдання дослідження

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення науково-методичних підходів до проведення судової товарознавчої експертизи паперу, картону та виробів із них, спрямованих на підвищення об'єктивності, достовірності та доказовості експертних висновків.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі *завдання*:

- систематизувати та класифікувати об'єкти дослідження (папір, картон, вироби з них) з урахуванням їхнього функціонального призначення, сировинного складу, технології виробництва та вимог нормативно-технічної документації, що регламентує їхню якість;
- встановити перелік найпоширеніших дефектів цієї групи товарів, виявити їхні характерні ознаки та розробити алгоритм установлення причин їх виникнення (виробничі, транспортні, пов'язані з умовами зберігання або експлуатації);
- визначити комплекс сучасних інструментальних та лабораторних методів дослідження (фізико-механічних, оптичних, хімічних), оптимальних для вирішення конкретних експертних завдань, таких як ідентифікація матеріалу, виявлення слідів модифікації чи фальсифікації;
- розробити практичні рекомендації щодо послідовності дій експерта на всіх етапах дослідження – від зовнішнього огляду та відбору зразків до проведення аналізу та формування висновків, з акцентом на вирішення питань, що найчастіше ставляться перед експертом.

Особливу увагу в дослідженні приділено аналізу ознак, що можуть свідчити про несанкціоноване втручання у склад або властивості матеріалу (наприклад, наявність нехарактерних покриттів, домішок, слідів хімічної або фізичної обробки), а також розробленню критеріїв оцінювання відповідності якості зразка заявленим характеристикам і вимогам стандартів.

Наукова новизна дослідження

Застосовано комплексний підхід до розроблення методичного забезпечення судової товарознавчої експертизи паперу, картону та виробів із них, який до сьогодні не отримав належного висвітлення в науковій літературі. Запропоновано систематизовану класифікацію дефектів паперової продукції, побудовану як за їх зовнішніми проявами, так і за генезисом виникнення (виробничі, технологічні, експлуатаційні, пов'язані з умовами зберігання). Такий підхід дає змогу експерту не лише констатувати факт наявності дефекту, а й з більшою впевненістю встановлювати причинно-наслідковий зв'язок між порушенням технологічного процесу чи умов експлуатації та його наслідками. Сформовано й обґрунтовано комплекс діагностичних ознак для ідентифікації основних видів паперу та картону, а також для

виявлення фактів їх модифікації (наприклад, нанесення захисних покриттів, плазмова обробка, імпрегнація). Ці ознаки мають ключове значення для вирішення експертних завдань у справах, пов'язаних із захистом прав інтелектуальної власності та встановленням фактів фальсифікації продукції. Адаптовано до потреб судової експертизи сучасні інструментальні методи аналізу (наприклад, спектроскопічні, хроматографічні, тести на бар'єрні властивості), які традиційно застосовуються в технологічних дослідженнях. Запропоновано алгоритм їх послідовного використання для ефективного вирішення конкретних експертних завдань, що істотно підвищує точність і об'єктивність результатів дослідження.

Виклад основного матеріалу

Систематизація об'єктів судової товарознавчої експертизи – паперу, картону та виробів із них – є одним із першочергових завдань, що ґрунтується на комплексному аналізі їхнього функціонального призначення, сировинного складу, технології виробництва та вимог нормативно-технічної документації. Застосування класифікаційного підходу дає змогу впорядкувати об'єкти дослідження та забезпечити науково обґрунтований вибір адекватних методів аналізу і критеріїв оцінювання.

Згідно з чинними стандартами, зокрема ДСТУ 2098-92 «Виробництво паперу та картону. Терміни та визначення», папір класифікують на 10 основних категорій за призначенням: для друку, для письма, для малювання та живопису, електроізоляційний, папір-основа для скручування сигарет, абсорбуючий, технічний, світлочутливий, пакувальний та промисловий. Картон, який характеризується більшою поверхневою щільністю (понад 250 г/м²) та товщиною, поділяють за аналогічними ознаками, однак із домінуванням пакувальних, будівельних та конструкційних функцій [5; 11].

Ключовим аспектом класифікації є сировинний склад, що безпосередньо впливає на властивості матеріалу та його подальше застосування. За цим параметром розрізняють матеріали із цільних целюлозних волокон (наприклад, крафт-папір), із деревної маси, із вторинної сировини (макулатурні) та комбіновані [8; 9]. Сучасні тенденції свідчать про активне впровадження модифікованих волокон та полімерних покриттів для надання матеріалам спеціальних бар'єрних чи функціональних властивостей [5; 7; 10], що суттєво ускладнює їх подальшу ідентифікацію.

У контексті судової експертизи особливої уваги потребують нормативні вимоги до якості, які регламентують низку ключових показників. Структурно-механічні властивості, такі як маса 1 м², товщина, міцність на розрив і зминання, є визначальними для встановлення відповідності матеріалу заявленому сорту та марці [5]. Наприклад,

для офсетного паперу критично важливою є міцність у мокрому стані, що запобігає розриву полотна у друкарській машині. Оптичні властивості (білизна, непрозорість, гладкість) мають пріоритетне значення для паперу письмового та друкарського призначення, тоді як для пакувальних матеріалів пріоритетними є хімічні властивості – вологість, зольність, рН середовища, що впливають на бар'єрні функції та старіння матеріалу [5].

Експертна оцінка передбачає порівняння фактичних показників якості досліджуваного зразка з вимогами нормативного документа, на відповідність якому він заявлений. Відхилення від норм, наприклад підвищена ламкість, несанкціонована зміна відтінку або наявність нехарактерних домішок, можуть свідчити про використання неякісної сировини, порушення технології виробництва або умов зберігання [3; 12].

Таким чином, системний підхід до класифікації на основі комплексного аналізу призначення, складу, технології та вимог нормативів є фундаментом для формування об'єктивного і доказового висновку судової товарознавчої експертизи.

Важливим етапом судової товарознавчої експертизи є виявлення, фіксація та класифікація дефектів паперу, картону і виробів із них з метою встановлення причин їх виникнення та відповідальних сторін. Усі дефекти можна систематизувати за генезисом на чотири основні категорії: виробничі, транспортні, пов'язані з умовами зберігання та експлуатаційні.

Виробничі дефекти зумовлені порушенням технологічного регламенту на етапах приготування волокнистої маси, відливання, пресування, просушування або подальшої обробки. До них належать:

- неоднорідність структури (смути, хмаристий фон) – виникає внаслідок недостатньої коагуляції волокнистої маси або неправильно підбраного режиму відливання, що легко ідентифікується при огляді на просвіт;

- порушення лінійних розмірів або формату – спричинене несправністю або нерівномірною роботою різальних механізмів, встановлюється за допомогою вимірювальних інструментів;

- нестандартна зольність або вологість – результат порушення рецептури паперової маси чи режимів сушіння; підтверджується лабораторними методами, зокрема гравіметричним аналізом або випробуваннями у сушильних шафах [5; 12];

- забруднення (включення, плями) – можуть бути спричинені потраплянням сторонніх частинок із сировини, зносом деталей обладнання, виявляється під час мікроскопування [8];

- недостатня міцність на розрив або зминання – свідчить про порушення режиму механічного подрібнення волокон (зокрема макулатурної

сировини) або про недостатній вміст зв'язувальних речовин, визна-чається шляхом випробувань на розривних машинах [5].

Транспортні дефекти виникають під час перевезення та перева-нтаження продукції внаслідок механічних пошкоджень або недотри-мання правил пакування:

- деформація (зминання кутів, вигини, гофрування) – характерна для палітур без достатнього жорсткого захисту країв;

- розшарування шаруватого картону – виникає під час різких ударів або падіння палет;

- змочування або поява плям від вологи – свідчить про транспор-тування в неміцній або негерметичній тарі під час опадів.

Діагностика таких дефектів ґрунтується на зовнішньому огляді та аналізі характеру пошкоджень, які зазвичай мають локальний хара-ктер і переважно уражають верхні шари пачки.

Дефекти, пов'язані з умовами зберігання, мають довготривалий, часто масовий характер і зумовлені недотриманням температурно-вологісного режиму або тривалим впливом світла:

- пожовтіння, вигорання – результат фотохімічного старіння це-люлози під дією ультрафіолетового випромінювання при зберіганні на світлі [3];

- поява плісняви, цвілі, плям мікробіологічного походження – спо-стерігається при зберіганні у приміщеннях із підвищеною відносною вологістю повітря (>75 %) [12];

- збільшена крихкість, втрата міцності – результат гідролітичного деградування целюлозних волокон в умовах високої температури та вологості.

Для встановлення причин таких дефектів застосовують методи мікроскопії для виявлення гіфів грибів, а також спектрофотометрію для оцінювання ступеня пожовтіння.

Експлуатаційні дефекти виникають уже на етапі використання продукції споживачем через невідповідність умов експлуатації при-значенню матеріалу:

- розтріскування фарби на згинах – з'являється під час друку на папері з недостатньою еластичністю;

- розшарування картону при вирубці або бигуванні – результат використання матеріалу з недостатньою зв'язністю шарів для таких механічних навантажень;

- розмокання та деформація пакувального матеріалу – спричи-нені контактом з вологою під час використання матеріалу без нале-жного гідрофобного покриття або просочення [5; 7].

Алгоритм встановлення причини дефекту включає такі етапи:

- 1) зовнішній огляд та фіксація – опис морфології, локалізації, по-ширення дефекту;

2) візуалізація на просвіт та у відбитому світлі – для виявлення внутрішньої неоднорідності, смуг, включень;

3) ідентифікація матеріалу – визначення типу, складу, наявності покриттів для оцінювання його нормативних властивостей [9];

4) вимірювальні та лабораторні тести – визначення фізико-механічних (міцність, вологість) та оптико-хімічних (білизна, pH) показників для порівняння з нормою;

5) синтез даних – співставлення характеру виявленого дефекту з результатами ідентифікації та лабораторних випробувань. Наприклад, локальне зминання краю аркуша з високою ймовірністю є транспортним пошкодженням, тоді як масове пожовтіння всієї пачки по всій товщі, поєднане зі зростанням крихкості, однозначно вказує на порушення умов зберігання.

Такий системний підхід дозволяє експерту не лише констатувати наявність дефекту, а й об'єктивно встановити його першопричину, що є ключовим для ухвалення судового рішення.

Вирішення експертних завдань ідентифікації, виявлення модифікацій та фальсифікації потребує застосування комплексного підходу, що ґрунтується на послідовному використанні методів – від неруйнівних до складних лабораторних аналізів. Такий підхід дозволяє отримати максимально повну інформацію про об'єкт дослідження.

1. Неруйнівні та мікроскопічні методи. Первинний етап передбачає органолептичне дослідження (візуальний огляд, тактильне вивчення) з метою оцінювання кольору, гладкості, однорідності поверхні, а також виявлення видимих дефектів. Для деталізації структури волокна, ідентифікації типу сировини (целюлоза, деревинна маса, макулатура) та визначення наявності домішок застосовується оптична мікроскопія у прохідному та відбитому світлі [8]. Скануюча електронна мікроскопія (СЕМ) з енергодисперсійним мікроаналізом (EDX) дозволяє отримати зображення високої роздільної здатності поверхні волокон і здійснити елементний аналіз мінеральних наповнювачів (каолін, тальк) або слідів покриттів, що є ключовим для диференціації марок паперу [9].

2. Фізико-механічні методи. Для оцінювання якості та відповідності нормативним вимогам застосовуються стандартні випробування на розривну довжину, опір зминанню, твердість за Шоппером – Ріглером, ступінь проклеювання, гладкість і вологозміцненість. Ці методи дозволяють виявити відхилення, спричинені порушенням технології виробництва або старінням матеріалу. Наприклад, аномально низька міцність на розрив може свідчити про надмірну кількість наповнювача або використання неякісної макулатури.

3. Оптичні методи. Спектрофотометрія в ультрафіолетовій та видимій областях (далі – UV-Vis) використовується для кількісного

визначення ступеня білизни та пожовтіння, що є індикатором фотохімічного старіння або наявності певних типів лігніну [3]. Інфрачервона спектроскопія з Фур'є-перетворенням (FTIR спектроскопія) є одним із найпотужніших інструментів для ідентифікації хімічного складу, оскільки дозволяє виявляти функціональні групи основних компонентів (целюлоза, лігнін), а також ідентифікувати види синтетичних полімерів, що застосовується в покриттях (полівінільний спирт, поліетилен), просоченнях або клеях [5; 7; 10].

4. Хімічні та хроматографічні методи. Гравіметричний аналіз є основним для визначення зольності (вмісту мінеральних наповнювачів) та вологості. Для виявлення специфічних модифікацій, таких як гідрофобні покриття (наприклад, на основі фторорганічних сполук) або сліди оптичних відбілювачів, що не виявляються візуально, застосовують високоефективну рідинну хроматографію (HPLC) та газову хроматографію-мас-спектрометрію (ГХ-МС) [12]. Ці методи дозволяють ідентифікувати та кількісно визначити навіть слідові концентрації речовин, що є беззаперечним доказом фальсифікації або несанкціонованого втручання.

Алгоритм вибору методів експертизи паперу, картону та виробів із них ґрунтується на характері поставленого експертного питання. Залежно від цілей дослідження застосовуються такі комбінації методів:

- для ідентифікації типу сировини оптимальним є послідовне використання мікроскопії (визначення форми волокон) та інфрачервоної спектроскопії (ідентифікація хімічного складу);

- для виявлення покриттів і просочень застосовують комплекс, що включає інфрачервону спектроскопію (ідентифікація природи полімеру), скануючу електронну мікроскопію або енергодисперсійний мікроаналіз (аналіз морфології поверхні та елементний склад), а також хроматографічні методи (аналіз органічних компонентів);

- для встановлення факту старіння чи деградації застосовують випробування на міцність, вимірювання ступеня білизни (UV-Vis) та рН-метрію водних витягів.

Таким чином, комплексне та послідовне застосування сучасних інструментальних методів забезпечує отримання об'єктивних, достовірних і доказових результатів, необхідних для формування науково обґрунтованого висновку судової товарознавчої експертизи.

Ефективність судової товарознавчої експертизи паперу, картону та виробів із них значною мірою залежить від дотримання чіткого алгоритму дій, який забезпечує об'єктивність, відтворюваність результатів та їхню доказову силу. На основі аналізу специфіки об'єктів дослідження і типових експертних завдань сформульовано уніфіковані практичні рекомендації щодо послідовності проведення експертного дослідження.

1. Підготовчий етап і зовнішній огляд. На початковому етапі експерт вивчає матеріали справи та постанову про призначення експертизи, визначає коло питань, що підлягають вирішенню. Після цього проводиться первинний зовнішній огляд усієї партії продукції або документа без вилучення зразків. Фіксуються загальні видимі ознаки – цілісність упаковки, наявність механічних пошкоджень, стан маркування, колір, однорідність поверхні. Цей етап дає змогу сформувати загальне уявлення про стан об'єкта та запланувати подальші дії з відбору проб.

2. Відбір зразків. Відбір проб здійснюється відповідно до вимог чинних стандартів (наприклад, ДСТУ EN ISO 186:2008 «Папір і картон. Метод відбирання проб для визначення середньої якості») з обов'язковим складанням акта відбору зразків, який має юридичну силу. Для однорідних партій застосовують метод випадкового відбору, для неоднорідних (наприклад, з видимими дефектами) – вибіркового з обов'язковим включенням дефектних ділянок. Відбираються як середні зразки для оцінювання загальних властивостей, так і мічені зразки безпосередньо з місць пошкоджень або з підозрою на фальсифікацію. Кожен зразок має бути ретельно маркований та забезпечений від перемішування.

3. Послідовність лабораторних досліджень. Аналіз слід проводити за принципом поступового ускладнення методів – від простих і неруйнівних до високоточних інструментальних. Такий підхід мінімізує ризик втрати інформації та контамінації зразка.

На первинному етапі (неруйнівні та малоруйнівні методи) здійснюється вимірювання геометричних параметрів (товщина, розміри), визначається маса 1 м², проводиться органолептичне оцінювання за допомогою лупи або мікроскопа на просвіт для виявлення смуг, включень та неоднорідності. Визначаються основні фізико-механічні показники – міцність на розрив, зминання, ступінь проклеювання.

На поглибленому етапі (лабораторні методи) на основі попередніх результатів формується програма поглибленого аналізу. Для ідентифікації сировинного складу та наповнювачів застосовують мікроскопію та інфрачервону спектроскопію. Виявлення покриттів, просочень або слідів хімічної модифікації здійснюється за допомогою інфрачервоної спектроскопії, хроматографічних методів (високоєфективної рідинної хроматографії, газової хроматографії-мас-спектрометрії) та елементного аналізу [5; 7; 10]. Для оцінювання ступеня старіння або порушень умов зберігання вимірюють рН водних витягів, ступінь пожовтіння (спектрофотометрія), вологість і зольність [12].

4. Аналіз отриманих даних і формування висновків. Отримані результати порівнюються з вимогами нормативно-технічної документації (заявленими в маркуванні або передбаченими для цього виду

продукції). Висновок має містити чіткі відповіді на всі поставлені питання, які ґрунтуються на об'єктивних даних. Для кожного твердження у висновку обов'язково наводиться його аргументація із зазначенням використаних методів дослідження та отриманих результатів.

Таким чином, запропонований алгоритм дій забезпечує системність і об'єктивність, зменшує вплив суб'єктивних факторів та підвищує доказову цінність експертного висновку, що має вирішальне значення для судового процесу.

Висновки

На підставі проведеного дослідження особливостей судової товарознавчої експертизи паперу, картону та виробів із них сформульовано такі основні висновки.

1. Запропоновано системний підхід до класифікації об'єктів дослідження, який ґрунтується на комплексному аналізі функціонального призначення, сировинного складу, технології виробництва та вимог нормативно-технічної документації. Такий підхід забезпечує структурованість експертної роботи й обґрунтований вибір оптимальних методів аналізу.

2. Встановлено перелік і характерні ознаки найпоширеніших дефектів паперової продукції з їх розподілом за генезисом виникнення (виробничі, транспортні, пов'язані з умовами зберігання та експлуатаційні) і розроблено алгоритм їх діагностики, що дозволяє експерту не лише констатувати факт дефекту, а й об'єктивно встановити причинно-наслідковий зв'язок.

3. Визначено й обґрунтовано комплекс оптимальних сучасних інструментальних і лабораторних методів дослідження (мікроскопія, спектроскопія, хроматографія, випробування на міцність), послідовне застосування яких забезпечує ефективне вирішення основних експертних завдань з ідентифікації матеріалу, виявлення слідів модифікації та фальсифікації.

4. Розроблено практичні рекомендації щодо уніфікованої послідовності дій експерта на всіх етапах дослідження – від відбору зразків до формування висновку, що сприяє підвищенню об'єктивності, достовірності та доказовості експертних висновків у судовому процесі.

Список бібліографічних посилань: 1. Методи визначення фальсифікації товарів / А. А. Дубініна, І. Ф. Овчиннікова, С. О. Дубініна та ін. Київ : Професіонал, 2010. 272 с. 2. Faria D. L., Mesquita Junior L., Do Lago R. C., Soriano J., Guimarães Júnior M., Pires N. J., Bezerra A. C. da S., Ramos T. S., Da Silva L. C. P., Mendes L. M., Sanadi A. R., Protásio T. de P., Tonoli G. H. D. Multilayer paper composites interconnected by oblong cuts and sodium silicate adhesive reinforced with cellulose nanofibrils derived from cardboard waste. *Cellulose*. 2025. Vol. 32. Pp. 4525–4552. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10570-025-06538-3>. 3. Dos Santos A. de A.,

Matos L. C., Durães A. F. S., Mendonça M. C., Muguet M. C. dos S., Damásio R. A. P., Sanadi A. R., Tonoli G. H. D. Kraftliner paper coated with cationic starch/glycerol and poly (vinyl alcohol) blends to generate water vapor and O₂ barriers. *Food Packaging and Shelf Life*. 2025. Vol. 47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2025.101435>. **4.** Srinivasan H., Arumugam H., Abdul Aleem M. I., Alagar M. A novel leucoaurin based trifunctional polybenzoxazines coated hydrophobic cellulose paper for packaging application. *Cellulose*. 2024. Vol. 31. Pp. 7713–7725. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10570-024-06049-7>. **5.** Henniges U., Brückle I., Khaliliyan H., Böhmendorfer S. Gellan residues on paper: quantification and implication for paper conservation. *Heritage Science*. 2024. Vol. 12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40494-024-01160-1>. **6.** Najafabadipoor M., Abbaslou H., Bakhtiari S. Structural, morphological, and thermal properties of cellulose nanofibers extracted from waste paper. *Chemical Papers*. 2025. Vol. 79. Pp. 519–532. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2026708/v1>. **7.** Kacou E. M., Xiao T., Wu L., Jia W., Huang L., Shi H. Mechanisms of action of plasma treatment in achieving hydrophobicity and antimicrobial properties in cardboard: a review. *Cellulose*. 2025. Vol. 32. Pp. 5841–5868. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10570-025-06613-9>. **8.** Ehman N., Vallejos M. E., Area M. C. Conventional Paper: Types and Properties // *The Handbook of Paper-Based Sensors and Devices* / ed. by G. Korotchenkov. Cham : Springer, 2025. Pp. 127–152. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-91080-7_6. **9.** Najibzadeh Z., Maleki H. R., Niroomand S. An extended goal programming approach with piecewise penalty functions for uncertain supplier-material selection problem in cardboard box manufacturing systems. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71527-8>. **10.** Ehman N., Vallejos M. E., Area M. C. Paper Engineering: General Considerations // *The Handbook of Paper-Based Sensors and Devices* / ed. by G. Korotcenkov. Cham : Springer, 2025. Pp. 189–204. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-91080-7_5. **11.** Nikou V., Sardanou E. Determinants of paper packaging waste: evidence across 28 EU countries. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 2025. Vol. 27. Pp. 1541–1556. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-025-02195-7>. **12.** Ahuja A., Samyn P., Rastogi V. K. Paper bottles: potential to replace conventional packaging for liquid products. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2024. Vol. 14. Pp. 13779–13805. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03642-3>. **13.** Pirsá S. Cellulose-based cartons: production methods, modification, and smart/active packaging. *Cellulose*. 2024. Vol. 31. Pp. 3421–3445. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10570-024-05826-8>.

Надійшла до редакції 02.09.2025

Прийнята до публікування 13.11.2025



Kanivec P. P. Features of Forensic Commodity Examination of Paper, Cardboard and Products Made Therefrom

The paper examines the scientific and methodological foundations of forensic commodity examination of paper, cardboard and products made from them as objects of particular importance in the areas of document management, packaging and consumer protection. The relevance of the study is due to the high economic importance of these materials and, at the same time, their vulnerability to falsification, counterfeiting and damage during production, transportation and use. It has been established that modern scientific research in the field of paper production is focused mainly on improving technologies and modifying materials, but the problems of forming forensic expert methodology remain insufficiently studied. The scientific novelty of the work lies in the creation of a comprehensive approach to the systematisation of defects and the development of diagnostic features that take into account not only external manifestations, but also the genesis of their occurrence (during production, transport, storage or use). An algorithm for selecting analysis methods depending on the expert tasks set is proposed, covering non-destructive, physical-mechanical, optical, chemical and chromatographic research methods.

Particular attention is paid to the use of modern instrumental methods (optical and electron microscopy, infrared spectroscopy and spectrophotometry in the ultraviolet and visible regions, chromatographic analyses), which allow identifying the raw material composition, determining the coating, detecting traces of modifications and establishing the material's compliance with regulatory requirements. The practical value of the study lies in the formation of unified recommendations for expert actions at all stages of the examination – from external inspection and sample selection to the synthesis of results and the preparation of conclusions. The findings will help to increase the reliability and evidential value of expert conclusions in court proceedings related to document forgery, counterfeit products and the assessment of damages from poor-quality goods. Thus, the study lays the methodological foundation for the further integration of achievements in chemistry, materials science and forensics into the practice of forensic commodity expertise.

Keywords: forensic commodity examination, paper, cardboard, identification, physical and mechanical properties, defects, quality, standardisation, expert methodology.

