

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Приладобудівний факультет  
Кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем

«На правах рукопису»  
УДК 531.7

«До захисту допущено»  
В.о. завідувача кафедри  
д.т.н., проф. Н. М. Защепкіна  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
на тему: «Стенд дослідження параметрів захисних знаків купюр»

Виконав: студент VI курсу, групи ПН-71м  
Луєнко Дмитро Володимирович

\_\_\_\_\_ (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н. Маркін М. О.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант з стартап проекту:  
Кандидат економічних наук, доцент,  
Бояринова К.О.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2018 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний факультет  
Кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем  
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)  
Спеціальність 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
в.о завідувача кафедри  
Н. М. Защепкіна  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2018 р.

**ЗАВДАННЯ**  
на магістерську дисертацію  
**Луєнко Дмитра Володимировича**

1. Тема дисертації «Стенд дослідження параметрів захисних знаків купюр»

науковий керівник Маркін Максим Олександрович, доцент, кандидат технічних наук,

затверджені наказом по університету від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 року № \_\_\_\_\_.

2. Строк подання студентом дисертації «\_\_\_» грудня 2018 р.

3. Об'єкт дослідження: технології, що застосовуються для виготовлення захисних знаків купюр.

4. Предмет дослідження: стенд дослідження властивостей захисних знаків купюр.

5. Перелік питань, які мають бути досліджені

5.1.1. Виконати аналітичний огляд властивостей та технологій виготовлення захисних знаків купюр. Визначити їх недоліки, переваги. Розробити порівняльну таблицю властивостей захисних знаків купюр. Визначити напрямки дослідження захисних знаків купюр та методики їх реалізації. Проаналізувати матеріально-технічне забезпечення для побудови стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр.

5.1.2. Розробити структурну схему стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр.

5.1.3. Виконати аналітичне дослідження з описом технічних характеристик складових вузлів стенду дослідження властивостей захисних

знаків купюр.

5.1.4. Побудувати лабораторний стенд дослідження властивостей захисних знаків купюр й апробації методик вдосконалення. Виконати опис налаштування стенду.

5.1.5. Визначити чинники, що дозволять підвищити точність стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр.

5.1.5.1. Розробити інтегровану систему освітлення стенду та провести з застосуванням її експериментальні дослідження.

5.1.5.2. Виконати пошук камери, що дозволить отримати вищу роздільну здатність зображення та провести з застосуванням їх експериментальні дослідження.

5.1.5.3. Виконати пошук програмного забезпечення обробки зображення та провести з його застосуванням обробку зображень та навести порівняльні приклади щодо різних програм на прикладі одного й того ж зображення об'єкту.

5.1.6. Розробити методики й алгоритми вдосконалення стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр, що спроектовано.

5.1.7. Провести дослідження за розробленими методиками вдосконалення стенду.

## 6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу

5.1. Результати порівняльного аналізу властивостей та технологій виготовлення захисних знаків купюр (1 слайд);

5.2. Структурна схема стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр. (1 слайд);

5.3. Результати аналітичного дослідження з описом технічних характеристик складових вузлів стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр. (3 слайд);

5.3.1. Фото лабораторного стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр й результати апробації методик вдосконалення, опис налаштування стенду.

5.4. Результати дослідження чинників, що дозволять підвищити точність стенду дослідження властивостей захисних знаків купюр (1 слайд);

5.5. Методики й алгоритми вдосконалення стенду дослідження

властивостей захисних знаків купюр, що спроектовано (1 слайд);

5.6. Результати дослідження за розробленими методиками вдосконалення стенду. (1 слайд).

7. Орієнтовний перелік публікацій:

7.1. Три тези доповіді на міжнародних конференціях в Україні або за кордоном.

7.2 Співавторство у двох статтях в фахових виданнях України чи за кордоном.

8. Консультанти розділів дисертації:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання "12" жовтня 2017 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

п/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ, аналіз методів вимірювання	10.11.2017	
2	Аналіз засобів вимірювання	10.12.2017	
3	Оформлення першого розділу	20.12.2017	
4	Обґрунтування та формалізація параметру оцінки вимірювань	25.12.2017	
5	Побудова лабораторного макету	14.01.2018	

6	Виконання теоретичних досліджень	15.04.2018	
7	Розробка методики виконання експериментів і виконання експериментальних досліджень	25.06.2018	
8	Виконання розділу стартап-проектів	10.09.2018	
9	Оформлення пояснювальної записки	14.10.2018	
10	Подача дисертації на попередній захист	20.11.2018	

Студент \_\_\_\_\_ /Д.В. Луєнко/

Науковий керівник дисертації \_\_\_\_\_ /М.О. Маркін/

## АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація на тему «Стенд дослідження властивостей захисних знаків купюро» становить: пояснювальна сторінка – 114 сторінок, 46 рисунків, 45 таблиць, 35 літературних джерел. В роботі використовуємо методику визначення справжності паперових грошей за допомогою оптико-електронної вимірювальної системи з застосуванням телевізійної камери Novus 130BH та цифрової камери Canon 1100D з об'єктивом EF-S 18-55mm f3.5-5.6 IS II та при різних типах освітлення. Експериментальне визначення справжності купюро проводили шляхом багатократного збільшення ділянок банкноти, а саме на елементи захисту: рельєфні зображення, мікротексти, захисні стрічки, тощо. Знаючи що в оригінальних купюрах дуже висока чіткість друку ми порівнювали геометричні розміри мікротекстів, рисок, малюнків, їх положення відносно інших елементів. Де повторюються напис мікротексту, він повинен бути чітко одного розміру і не відрізнятися від інших. Такі вимірювання досягалися завдяки штриховій мірі ГОСТ 15114-98. Для підвищення точності вимірювань використовували зміну типу та положення освітлення.

**Ключові слова:** купюра, оптико-електронна вимірювальна система, елементи захисту

## ABSTRACT

We use the method of determining the authenticity of paper money using an opto-electronic measuring system using a Novus 130BH digital camera, Canon 1100D digital camera with an EF-S 18-55mm f3.5-5.6 IS II lens and with different types of lighting. Experimental determination of authenticity of banknotes was carried out by repeatedly increasing the areas of the banknote, namely the security elements: relief images, microtexts, protective ribbons, and the like. Knowing that in the original banknotes, the very high resolution of the print, we compared the geometric sizes of microtexts, drawings, drawings, and their position relative to other elements. Where the microtext is repeated, it must be clearly the same size and not different from the others. Such measurements were achieved due to the bar dimension of GOST 15114-98. In order to increase the accuracy of the measurements, the type and position change was used.

**Key words:** bill, optical-electron measuring system, security elements

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	11
ВСТУП.....	12
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАХИСНИХ ЗНАКІВ КУПЮР.....	14
1.1 ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАПЕРОВИХ ГРОШЕЙ .....	14
1.1.1 Особливості паперу.....	14
1.1.2 Особливості фарби .....	15
1.1.3 Особливості способу друку.....	16
1.1.4 Особливості суміщених малюнків.....	19
1.1.5 Особливості кіп-ефекту .....	19
1.1.6 Особливості знаків беззупинного друку .....	20
1.1.7 Особливості ультрафіолетового захисту .....	20
1.1.8 Особливості інфрачервоного захисту.....	21
1.1.9 Особливості магнітного захист .....	21
1.2 Способи підробки паперових грошей .....	21
1.2.1 Основні способи повної підробки паперових грошей .....	23
1.2.2 Способи часткової підробки паперових грошових знаків .....	26
1.2.3 Загальні положення методики криміналістичного дослідження паперових грошей .....	31
1.3 Огляд існуючих приладів для перевірки справжності купюр.....	35
1.4 Висновки до розділу.....	37
РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ЕЛЕМЕНТІВ ЗАХИСТУ КУПЮР КРАЇН СВІТУ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ .....	38
2.1 Захисні знаки купюр різних країн.....	38
2.1.1 Українська гривня .....	38
2.1.2 Долари .....	46
2.3 Висновки до розділу 2.....	52
РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА СТЕНДУ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ .....	53
3.2.1 Телевізійна камера NOVUS 130BH .....	55
3.2.2 Цифрова камера.....	56
3.3 Вузол освітлення оптико-електронної вимірювальної системи .....	58



РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСНИХ ЗНАКІВ	59
4.1 Дослідження купюр з використанням камери Novus 130ВН	59
4.1.1 Дослідження елементів захисту купюри номіналом 500 гривень зразка 2015 року	59
4.1.1.1 Дослідження елементу Spark купюри номіналом 500 гривень	61
4.1.1.2 Дослідження рельєфного зображення купюри номіналом 500 гривень	63
4.1.1.3 Захисна стрічка купюри номіналом 500 гривень	65
4.1.1.4 Латентне зображення купюри номіналом 500 гривень	66
4.1.2 Дослідження купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року	70
4.1.2.1 Дослідження елементу Spark купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року	71
4.1.2.2 Рель'єфні зображення купюри номіналом 100 гривень	73
4.1.2.3 Занурена стрічка купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року	75
4.1.2.4 Мікротекст та частина латентного зображення	75
4.1.3 Дослідження захисних елементів доларів	79
4.1.3.2 Дослідження частково звнуреної стрічки купюри номіналом 100 доларів	81
4.1.3.3 Мікрориски та мікрволокно	83
4.1.3.4 Рель'єфна частина купюри номіналом 100 доларів	84
4.3 Висновки до розділу	91
5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «СТЕНД ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАХИСНИХ ЗНАКІВ КУПЮР»	92
5.1 Опис ідеї проекту	92
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту	93
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	94
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	98
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	99
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	102
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	103
ДОДАТКИ	107
Додаток А – Креслення камери Canon	108

Додаток Б – Креслення об'єктива камери Canon .....	109
Додаток В – Креслення камери NOVUS .....	110
Додаток Г – Креслення мікроскопу .....	112

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ОЕВС – оптико-електронна вимірювальна система

УФП – ультрафіолетові промені

ІЧ – інфрачервоні промені

СЕР – світло-електричного перетворювача

ПК – портативний комп'ютер

ПЗЗ (CCD) – пристрій із зарядовим зв'язком ( charge-coupled device)

КМОП (CMOS) - комплементарний металооксидних напівпровідник  
(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)

LED - Light-emitting diode

## ВСТУП

Відомо, що паперові гроші з самого моменту, як вони появилися були об'єктом підвищеного злочинства. Підробка грошей завжди каралася законом, але незважаючи на це фальшивомонетники постійно намагаються підробити банкноти. Держави, у свою чергу, працюють над способами підвищенням елементів захисту своїх банкнот від підробок. Введення нових паперових банкнот хоч і зменшує кількість підробок, але вони все ж зустрічаються і навіть дуже якісні, які майже не відрізнити від справжніх грошей. На сьогоднішній день існує багато способів підробки грошей і багато літератури про технології виготовлення справжніх купюр і, звичайно, сучасні високотехнологічні принтери та сканери. Якщо раніше таке обладнання було лише на державних підприємствах, що виготовляють гроші, то з підвищенням рівню прогресу, це стає все більш доступним для злочинців. Для фальшивомонетника ми створили всі умови для виготовлення грошей, які можуть потрапити в руки до будь кого і принести клопоти. Тому це питання потребує детального дослідження.

Папір та фарби є основними матеріалами для виготовлення паперових грошей. Розрізняють декілька способів підробки паперових грошей: повна підробка за допомогою оригінальних способів (іноді їх називають "політичними підробками"); повна підробка з використанням допоміжних засобів; повна підробка за зовнішнім виглядом; часткова підробка (переробка)[1].

Для дослідження можна використовувати оптико-електронну вимірювальну систему, що побудована на базі оптичного мікроскопу, камери і спеціального програмного забезпечення, доступного в інтернеті. Для того щоб визначити справжність купюри постає питання отримання зображення купюри з високою роздільною здатністю. На оригінальних банкнотах є мікротексти, рель'єфні елементи зображень, латентне зображення, елемент SPARK та багато інших захисних знаків, які розташовані чітко на своїх місцях. Фальшивомонетчики не зможуть виготовити купюри з такою точністю як

виготовляє спеціальне обладнання, тому ми будемо вимірювати геометричні розміри, досліджувати знімки купюр при різному освітленні і проводити оцінку якості зображення.

**Об'єкти та методи дослідження.** Об'єктом дослідження є проектування інформаційно-вимірювальної системи для дослідження справжності паперових грошей

**Метою дослідження** є вдосконалення оптико-електронної системи для покращення чіткості зображення купюр з метою виявлення їх справжності.

Постановка завдання. Для вирішення поставленої задачі було виконано наступне:

- Проведено аналітичний огляд методів виготовлення паперових купюр;
- Розроблено структурну схему оптико-електронної вимірювальної системи;
- Розроблено методику виявлення справжності паперових грошей;
- Проведено дослідження на розробленій системі.

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАХИСНИХ ЗНАКІВ КУПЮР

## 1.1 ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАПЕРОВИХ ГРОШЕЙ

Для виготовлення паперових грошей використовується, звісно, як основний матеріал, це фарби та папір.

### 1.1.1 Особливості паперу

Целюлоза, з якої виготовляють папір, у чистому вигляді у природі не зустрічається, а її отримують із деревини осики, сосни, соломи, рису, коноплі, льону, джуту, бавовни тощо. У деревині целюлози міститься лише 40-50% (іншу частину складають домішки: лігнін, смоли, пентозани, мінеральні солі, барвники), так як у бавовні міститься найбільше чистої целюлози(до 98%). Саме бавовну найчастіше використовують для виготовлення паперу для грошових знаків. До кладу паперу додають також синтетичні волокна[1].

Технологія виготовлення паперу до ХІХ ст. залишалася незмінною і лише значно змінилася на початку минулого століття. В даний час процес виготовлення паперу складається з наступних технічних етапів: дефібрування (розщеплення) сировини для виробництва целюлози; відбілювання целюлозної маси та безпосереднє виробництво паперу. Отримання банкнотного паперу має більш складний спосіб, рецепт виготовлення у кожній країні є секретом. Основна відмінність у процесі виготовлення паперу з звичайних для грошей полягає в тому, що першу не відбілюють. Отже, цей папер не випромінює ультрафіолетовим світлом [1].

Сучасні банкноти, особливо банкноти з малим найменуванням, використовуються тисячі разів з рук на руки, тому вони поширюються приблизно рік. У цьому відношенні вони друкуються на папері високої якості. Механічна міцність паперу безпосередньо залежить від якості шліфування волокон. Для того, щоб забезпечити більшу міцність та інші властивості, після приклеювання паперу до його маси або поверхні до нього додають наповнювач (наприклад, каолін, крейда, гіпс, барит та ін.) [1].

Найважливішою вимогою банкнот є стійкість до стирання. Так, грошовий папір може витримувати подвійний перегин до тисячі разів (до речі, звичайний друкований папір ламається вже після десяти перегинів), сила розриву у папері банкнот дуже велика та великий опір розриву на краях банкноти[1].

Він має специфічну жорсткість і "дзвінкість", це досягається завдяки додаванню у банкноти різних спеціальних домішок. Для надання банкнотному паперу вказаних якостей, його апретирують, тобто покривають спеціальними речовинами - апретами (це може бути клей, крохмаль, каніфоль, синтетичні смоли та ін.). Наприклад, після обробки рідким склом папір стає гладеньким та жорстким, а крохмаль надає вологостійкості. Щодо більшості підроблених грошових знаків, то для них характерна так звана "млявість", відсутність "дзвінкості" і міцності. Крім зазначених ознак, у багатьох випадках паперу банкнот можуть спеціально надавати певного колірною відтінку, що, як правило, збігається з основним кольором зображення, а також певного вигляду поверхні - гладкого або текстурного[1,2].

Папір, який використовується для виготовлення банкнот, виготовляється за допомогою паперової машини, яка являє собою агрегат для отримання паперу з паперової маси, що на 99% складається з води. Ця машина складається з наступних основних частин: сіткової (де формується та частково збезводнюється паперове полотно); пресової; сушильної; оздоблювальної. Папероробна машина буває двох видів: плососіткова (столова) та круглосіткова (циліндрична)[2].

### 1.1.2 Особливості фарби

При виробництві паперової валюти, використовують фарбу, точний склад якої зберігається в секреті, щоб забезпечити додатковий захист. Ці фарби, спеціально підготовлені в лабораторії, повинні мати багато властивостей. Вони не повинні розчинюватися у воді та у побутових розчинниках, змінювати колір від дії світла, тепла та інших факторів. Можна виділити три основні групи властивостей, які повинні мати фарби для

виготовлення грошових знаків: високу адгезію до паперу, стійкість щодо тертя та побутової хімії; інваріантність кольору; гарантія високоякісного друку. Висока адгезія фарби забезпечує хорошу фіксацію зображення на банкноті. При цьому фарба не повинна розмазуватися, відшаровуватися та осипатись у процесі експлуатації. Незмінність (постійність) кольору дозволяє при звичайному візуальному порівнянні сумнівної банкноти зі справжньою виявити підробку. Для забезпечення постійності кольору всі партії спеціальних фарб тестують із використанням спектрофотометра, який дозволяє характеризувати колір числовими значеннями та чітко виявляти навіть незначну різницю. Остання властивість спеціальних фарб забезпечувати високу якість друку полягає в чіткості перенесення зображень з друкарської форми на папір із відсутністю марашок, забруднень та розпливів. Наприклад, фальшивомонетники для друкування підроблених банкнот із застосуванням поліграфічних способів друку найчастіше використовують так званий вологий офсет, який дає таку характерну ознаку, як розпливи барвника по краях штрихів. Звичайно, в результаті отримані зображення мають невисоку чіткість, що відрізняє їх від надрукованих на справжніх грошових знаках[2].

В останні роки для виготовлення банкнот використовують парні кольори фарб, близьких між собою за кольором, але при копіюванні можливо отримати лише один колір. Спеціальні фарби, такі як OVI, флуоресціюючі в УФП, магнітні, метамерні тощо були розглянуті вище[2].

### 1.1.3 Особливості способу друку

Елементи захисту валюти, включаючи зображення, гарантують якість захисту від підробок. Захист може створюватися за допомогою поліграфічних засобів та фізико-хімічних методів[2].

Щоб уявити складний процес виготовлення банкнот, наведіть на приклад абстрактну банкноту. Можна сказати, що технологія є найбільш популярною на той час[2].



По-перше, автор створює ескіз майбутнього рахунку-фактури: чорно-білу версію самої композиції та її кольорові рішення. Після прийняття ескізу починається підготовка до друку. Що стосується самого методу друку, краще використовувати три види друку, глибоке, плоскі (зсувні) і високі з точки зору захисту. Чим складніший спосіб друку та комбінація кількох методів, тим кращий захист від втратення банкнот [2,4].

Картини художника переносяться на металеву пластину, щоб зробити глибокий друк. Зрозуміло, чому цей тип глибини називається металографією. Цей метод є єдиним реплікацією зображення, що забезпечує надійну гарантію протидії підробці. Це дозволяє придбати зображення та сенсорні елементи. Тактильний ефект глибокого друку широко використовується у всіх державних законопроектах. Раніше металографія використовувалася для відтворення гравірованих картин художників [2].

Металографічна форма друку - металева (сталева або нікельова) пластина, нанесені на яку глибокі малюнки, виконані рукою гравіруванням або травленням. У виробництві оригінальної форми, зокрема, беруть участь гравери, які з малюнка художника або з фотографії гравірують малюнок на металі. Техніка металевої скульптури дуже складна і вимагає великого терпіння. Скульптор практично не має можливості виправити помилку, відрізаючи спеціальну обробку на металевій пластині, яка розглядається тільки під мікроскопом. У портреті, розміщеному на банкноті, необхідно перевірити всі лінії, точки, жирну лінію, точки, тощо з математичною точністю. За допомогою гравірувальної машини, гільйошири робить складні візерунки від ліній (розетки, сітки) і формує елементи із золотим символом після глибокого його нанесення. Після цього додаються шрифти, все вбудовується в одне зображення та застосовується спеціальний композитний пристрій для циркуляції банкнот [2,4].

Основною перевагою цього методу друку є широкий діапазон кольорових тонів, що утворюються різницею в глибині та ширині штрихів. Товщина шару покриття становить в 20-25 разів більше, ніж метод офсетного

друку. Металогічна гістологія характеризується його здатністю передавати найтонші лінії. Метод фотографічного друку не використовується для масового друку, але переважно використовується для виготовлення банкнот[2].

Фонові зображення часто створюються за допомогою офсетного друку. Фарби поділяються на три кольорові групи: синій, червоний та жовтий. Для кожної групи створюється окрема форма друку. Фарба з кожної з трьох форм переноситься на гумове покриття циліндра офсетного автомата, з якого одержується кольорове зображення [2].

Для безпечного захисту від підробки, валюти оформлені складними зображеннями, такими як візерунки, розетки та іншими складними за будовою малюнками. Захисна сітка являє собою складний малюнок, створений машинами і складається з дуже тонких ліній. Захисна сітка складається з 2 кольорів, коли лінії, що йдуть в одному напрямку, надруковані в одній фарбі, лінії, що перетинаються в іншій фарбі, друкуються у різних кольорах[4,6].

Елементи безпеки, такі як мікродрук, часто створюються за допомогою офсетного друку (можливо, використовуючи метод глибокого друку). Вміст цих зображень, в принципі, означає вартість банкноти що належать конкретній державі. Розміщення мікродруку є локальним у вигляді фонові сітки або елемента малювання. На відміну від макродруку, мікродрук видно як суцільну лінію якщо дивитися неозброєним оком. Через відсутність технічних засобів відтворити такий елемент, до недавнього часу було практично неможливо. Більшість ознак підробленої валюти не будуть відтворюватися і не будуть відображатися як суцільні лінії. Однак останнім часом усе частіше експерти зустрічаються з підробками, на яких злочинці вже намагаються відтворити мікродрук[4,6].

За допомогою високого друку на банкнотах найчастіше наносять серійні номери (для кожної купюри з використанням нумераторів зі спеціальними шрифтами - свій номер), деякі деталі (підпис голови банку тощо). Не використовуючи більшість вказаного методу друку, це пов'язано з тим, що

високоякісне відтворення зображення у цьому випадку пов'язане з значними технічними труднощами. Наприклад, використання сучасного класичного багатоколірного орловського друку не є економічно ефективним, і він замінюється іншими методами друку (наприклад, глибокого друку)[4,6].

#### 1.1.4 Особливості суміщених малюнків

У виробництві сучасних паперових грошей застосовуються методики, що дозволяють одночасно друкувати передню та задню сторони банкнот, а також гарантуються точні комбінації або їх доповнення (професійною мовою поліграфістів це називається приводкою). Ця функція дозволяє використовувати захищені зображення як заходи захисту. Сенс полягає в тому, що зображення на обох сторонах банкноти розміщуються на відповідних ділянках (від найпростіших ліній і геометричних фігур до складних фігур). Під час перегляду на просвіт ці зображення повинні бути повністю взаємопов'язаними, доповнювати один одного і створювати логічно завершені символи, сцени чи фігури. У цьому випадку фрагменти зображень на обох сторонах валютного грошового знака можуть бути забарвлені або не забарвлені (неокрашені ділянки при сполученні можуть набувати колір). Друкарські машини у загальній поліграфії не здатні виконувати друку таких елементів[5,6].

#### 1.1.5 Особливості кіп-ефекту

Об'ємність глибокого друку дозволяє утворювати різні приховані (латентні) зображення, що розпізнаються при вивченні банкнот у різних проекціях. На цій основі розроблений захисний елемент, який називається кіп-ефектом. Приховане зображення, яке отримується за допомогою металографського способу друку, було винайдене у 1972 р. Воно являє собою зображення, яке невидиме при розгляді під кутом, перпендикулярним до площини банкноти, але коли кут зору стає меншим за 45 градусів, воно з'являється. Такий ефект можливий завдяки друкуванню зображень паралельними штрихами, які розміщені у напрямку, перпендикулярному

напрямку ліній, що формують фонове зображення. Кіп-ефект розміщується, як правило, у місцях розміщення номіналу, орнаментів та на інших ділянках. Цей елемент не потребує наявності спеціальних приладів або засобів, крім джерела світла. Відтворити кіп-ефект без застосування глибокого друку неможливо[5,6].

Слід зазначити, що існує ще один різновид захисних елементів, які змінюються при розгляді під різними кутами, і які теж можливо виконати лише при застосуванні металографського друку - це зображення, що змінюється. Такий елемент являє собою зображення, що видиме під прямим кутом, але коли кут зору стає гострим, воно зникає. Цей елемент утворюється включенням штрихів значно меншої висоти поміж основними лініями надрукованого зображення. Коли банкноту з таким захисним зображенням повертаємо під гострим кутом зору, більш високі штрихи перекривають менші, в результаті чого малюнок, що виконаний лініями малої висоти, стає невидимим[5,6].

#### 1.1.6 Особливості знаків беззупинного друку

Сучасний технічний рівень поліграфічного обладнання дозволяє використовувати в якості захисних елементів знаки беззупинного друку, що являють собою штрихи, символи або малюнки, які розміщені з країв банкноти або перетинають її уперек. Якщо поєднати протилежні краї банкноти, зображення утворить єдиний цілісний малюнок, що ідеально збігається в штрихах[5,6].

#### 1.1.7 Особливості ультрафіолетового захисту

При виготовленні банкнот стало популярним введення до складу фарб речовин з люмінесцентною здатністю. Широко застосовуються фарби, що люмінесціюють у відбитих УФ-променях з довжиною хвилі в діапазоні від 250 до 400 нм. Для кожного типу валюти характерні не тільки окремі ділянки які світяться, але й колір люмінесценції. Фарби, що випромінюють світло підробленими банкнотами, рідко використовуються. Проте в кваліфікованій

практиці їх використовують як симуляцію люмінесцентних волокон, міток та деяких прихованих зображень [5,6].

#### 1.1.8 Особливості інфрачервоного захисту

Для захисту банкнот від підробки використовується метамерні фарби, що прозорі в інфрачервоних променях. Сегменти даного зображення мають ефект прозорості та непрозорості. Картинки та тексти, зроблені з такою фарбою, виглядають як суцільні зображення, але індивідуальні елементи поведуться по-іншому в інфрачервоному діапазоні [5,6].

#### 1.1.9 Особливості магнітного захист

У виробництві паперової валюти часто використовують магнітні чорнила, що містять спеціальний пігмент, що дає певні магнітні властивості до області банкноти (на основі магнітної картки). Спеціальні пристрої з високоточними магнітними та інфрачервоними датчиками спроектовані та розроблені різними компаніями (наприклад, "Вилдис", "Спектр", "Аналітичні системи") спеціальні прилади оснащені високоточним датчиком магнітного та інфрачервоного контролю. Залежно від позиції та чутливості, ви можете точно визначити розміщення спеціальної фарби на банкноті та порівняти його з зображенням, що спостерігається за реальними грошовими знаками[5,6].

#### 1.2 Способи підробки паперових грошей

Основні способи підробки паперових грошових знаків та їх характерні ознаки. Розрізняють такі категорії фальсифікації паперових грошей:

- повна підробка за допомогою оригінальних способів (іноді їх називають "політичними підробками");
- повна підробка з використанням допоміжних засобів;
- повна підробка за зовнішнім виглядом;
- часткова підробка (переробка)[3].

Повна підробка за допомогою оригінальних способів. Фальшивомонетник ретельно вивчає усі фізичні, хімічні і графічні ознаки

справжніх банкнот. Така форма підробки зустрічається досить рідко тому, що вимагає спеціальних знань та затрат часу й коштів. Частина таких підробок була виготовлена у політичних цілях, тобто належить до категорії державного фальшивомонетництва. Прикладом такого фальшування можна назвати відомі сто-доларові "суперфальшивки", для виготовлення яких були застосовані такі ж способи друку, як і в справжніх доларах США[3].

Повна підробка з використанням допоміжних засобів. Фальшивомонетник аналізує тільки зовнішні графічні ознаки справжньої банкноти і намагається їх відтворити за допомогою способів друку і допоміжних засобів, що не відповідають характеристикам виробництва справжніх банкнот. Наприклад, для на-несення зображень на підробках замість металографії використовується плоский офсетний друк. Нерідко для більшої схожості підроблених банкнот фальшивомонетники імітують активні захисні елементи, а папір намагаються різноманітними способами зробити більш шорстким та подібним до справжнього[3].

Підробка за зовнішнім виглядом. Фальшивомонетник обмежується відтворенням графічного вигляду справжніх банкнот копіюванням (від примітивного малювання до використання сучасної кольорової копіювально-розмножувальної техніки). Найпоширенішим є використання кольорової офісної техніки. Переважна кількість підробок отримана на струменевих принтерах (вони більш доступні, ніж лазерні)[3].

Часткова підробка (переробка). Фальшивомонетник намагається змінити первісний номінал справжньої банкноти на більший. Це досить розповсюджений вид підробки, особливо в грошових знаках, які мають однакові розміри та схожий дизайн[3].

Головним чином, для фальсифікації паперових грошових знаків використовуються доступні для злочинців способи. Найпоширенішими виявляються підробки, виконані за допомогою кольорової офісної техніки. При цьому потрібно шукати ознаки способу друку (наприклад, якщо було використано струменево-крапельний принтер, то ознакою будуть зображення,

що складаються з кольорових крапель, а якщо було використано лазерний принтер або ксерокопіювальний прилад, то зображення будуть сформовані крапками частинок порошку, що спікся. Фальшивомонетники з метою приховання ознак підробленості банкнот у багатьох випадках намагаються надати фальшивкам вигляду забрудненості та зім'ятості нібито в процесі обігу, а для надання шорсткості паперу покривають полімерними або клейовими розчинами[3].

### 1.2.1 Основні способи повної підробки паперових грошей

Підробка з використанням комп'ютерної та копіювально-розмножувальної техніки[3,5]

Зростання кількості, якості та доступності такої техніки на території України зумовило різке зростання кількості підробок паперових грошей невисокої якості за її допомогою. Загальними характерними рисами для підробок цієї групи є наявність зернистості фарбникового шару; відсутня висока чіткість зображень; низька якість відтворення дрібних деталей; часто присутні забруднення незадрукованих ділянок; кольоропередача відрізняється від кольорової гама справжніх банкнот; відсутність елементів захисту (можлива їх імітація різними способами)[3,5].

- Струменево-крапельний спосіб - підроблені банкноти виготовляються за допомогою офісної техніки (кольорового струменево-крапельного принтера). Цей спосіб дуже поширений завдяки доступній ціні та можливості безконтрольного користування струменевими принтерами. Зображення зі справжнього грошового знака спочатку сканується, потім, за необхідності, додатково обробляється на комп'ютері обробляється, а потім роздруковується на принтері[3,5].

- Електрофотографічний спосіб - фальшиві гроші виготовляються за допомогою копіювально-розмножувальної та комп'ютерної техніки (із використанням одного або кількох тонерів): лазерних принтерів або копіювальних приладів типу "Ксерокс". Якщо було використано пристрій з

тонером одного чорного кольору, інші кольорові зображення імітувались (домальовувались) різнокольоровими олівцями або фарбами. Усю кількість електрофотографічних апаратів можливо поділити на дві великі групи за способом обробки сигналу: аналогові та цифрові. У першій групі зображення, що сканується, проєціюється за допомогою оптичної системи лінз та дзеркал, а у другій - обробляється мікропроцесорною системою та переводиться у цифровий вигляд, а потім лазерний промінь проєціює зображення на світлочутливий циліндр. В останній час аналогові електрофотографічні апарати морально та фізично застаріли, а їх місце практично посіли цифрові[3,6].

Підробка з використанням способів поліграфічного друку. Ця група способів є найнебезпечнішим різновидом фальшивомонетництва тому, що дозволяє виготовляти якісні підробки у великих кількостях. Підробка у даному випадку полягає у виготовленні друкарських форм та отриманні з них відбитків. Раніше злочинці часто використовували якийсь один спосіб поліграфічного друку, а зараз застосовують і по два, і навіть по три способи на одних банкнотах. Застосування засобів поліграфії при виготовленні підроблених паперових грошей у більшості випадків зумовлено наявністю організованих угруповань і значними коштами, вкладеними у налагодження виробництва, а також можливістю безконтрольного використання поліграфічного обладнання та матеріалів[3,6].

Офсетний спосіб - із використанням поліграфічного устаткування застосовується плоский офсетний спосіб друку. Найпоширеніший спосіб у зазначеній групі. Найбільше злочинці використовують вологий офсетний друк із фотомеханічних друкарських форм. Існує два варіанти цього способу: растровий офсет та друк із нерастрових фотомеханічних друкарських форм. У першому випадку зображення формуються з крапок кількох кольорів, розміщених симетрично та впорядковано, складаючи характерний растр. Цей спосіб дозволяє гарно передавати кольори та відтінки, але не передає дрібних



деталей зображень (наприклад, мікродрук). Нерастровий офсет, навпаки, - погано передає кольори, але досить гарно відтворює дрібні деталі[3,6].

- Високий спосіб - із використанням форм для високого друку. В сучасних умовах цей друк, в основному, витісняється офсетним. Тому для підробки всіх зображень на банкнотах високий спосіб зустрічається досить рідко. Частіше вказаний спосіб використовують для нанесення окремих зображень на підроблених банкнотах (наприклад, серійних номерів). Форми виготовляються як фотомеханічним способом, так і гравіруванням, а для нанесення номерів ще використовують нумератори[3,6].

- Глибокий спосіб - з використанням поліграфічного устаткування застосовується глибокий спосіб друку. Це найскладніший з поліграфічних способів, тому зустрічається нечасто. Навіть в умовах виробництва спосіб глибокого друку є складним, потребує спеціального обладнання та високої кваліфікації працівників. Для виготовлення друкарської форми потрібні навички художника та гравера[3,6].

- Трафаретний спосіб (шовкотрафарет) – зображення отримуються через трафаретні форми, що являють собою дрібну металеву або тканинну сітку із зображеннями у вигляді отворів, крізь які витискується фарба. Спосіб достатньо простий та поширений не лише на поліграфічних підприємствах, а й серед приватних осіб. Деякі схожі ознаки дозволяють імітувати глибокий спосіб друку (звичайно, якість зображень значно нижча). Повне виготовлення підробок указаним способом зустрічається нечасто. Більш поширеним є використання трафаретного способу при частковій підробці банкнот, (тим більше, що барвник гарно покриває старі зображення на купюрі), а також для нанесення серійних номерів та імітації кіп-ефекту[6].

Підробка з використанням інших способів отримання зображень - Мальований спосіб - зображення лицьової та зворотної сторони намальовані ручним способом за допомогою кольорових олівців, капілярних ручок або акварельних чи гуашевих фарб[6].

- Фотографічний спосіб - зображення отримані за допомогою кольорової фотографії лицьової та зворотної сторони (відшаровувався емульсійний шар, а потім зображення обох боків були склеєні)[6].

#### 1.2.2 Способи часткової підробки паперових грошових знаків

Недоліки у зовнішньому оформленні та дизайні грошових знаків різних номіналів призводять до поширення такого виду підробки, як переробка, тобто зміна номіналу справжньої банкноти з меншого на більший. Найчастіше таким способом підробляють банкноти тих країн, у яких грошові знаки різних номіналів мають аналогічний дизайн, кольорову гаму та розміри[6].

Часткову підробку паперових грошових знаків можна поділити на такі групи:

- Підчищення або витравлення старих зображень із наступним малюванням або надрукуванням нових зображень.

Ознаки способу:

- пошкодження поверхневого шару паперу (коли старі зображення номіналу були підчищені);

- ознаки витравлення у вигляді люмінесценції в УФ-променях (якщо старі зображення були витравлені);

- ознаки способу друку нових зображень (якщо вони були надруковані);

- ознаки нанесення нових зображень вручну (якщо вони були намальовані).

- Аплікація - нові зображення вирізаються на клаптиках паперу та наклеюються на старі).

Ознаки способу:

- збільшення товщини паперу у місцях наклеювання нових зображень;

- відшарування (із використанням загостреного інструмента або зволоження) від банкноти фрагментів, які були наклеєні;

- в ультрафіолетових променях наклеєні фрагменти яскраво люмінесціюють тому, що для отримання нових зображень використовують звичайний папір;

- ознаки способу нанесення зображень більшого номіналу на фрагментах паперу, які були наклеєні (найчастіше для цього використовують звичайний ксерокс).

Грунтування первісних зображень на банкноті з наступним надрукуванням нових шовкотрафаретним способом.. Для маскування старих зображень на грошових знаках меншого номіналу фальшивомонетники використовують фарби переважно світлого кольору з гарною здатністю перекривати кольорові зображення (наприклад, біла гуашева фарба, канцелярська коректорна фарба і т.ін.) Отриманий світлий фон потім використовують як основу для нанесення нових зображень трафаретним способом (цей спосіб друку імітує глибокий металографський друк завдяки товстому шару барвника, що утворюється на папері)[6].

Ознаки способу:

- нанесені шовкотрафаретним способом нові зображення на грошових знаках НБУ мають характерні ознаки цього способу: барвник лежить на поверхні паперу товстим шаром, який іноді можна відчутти на дотик; характерна сітчаста будова шару фарби та країв штрихів; барвник має блиск;
- факт попереднього грунтування фарбою характеризується наступними ознаками: у випадках фрагментарної грунтовки - нерівномірна товщина паперу та напливання фарби; наявність тріщин на поверхні та відшарування від банкноти шару нанесеної фарби (із використанням загостреного інструмента або при перегинанні паперу грошового знака); наявність під шаром фарби штрихів первісних зображень, які виявляються при розгляданні банкноти на просвіт або в результаті відшарування фрагментів покриття-грунтовки; найчастіше така грунтовка розчиняється у воді або в інших розчинниках (залежно від конкретно використаної фарби)[6].
- Комбінований спосіб (монтаж) - папір справжньої банкноти піддавався розшаруванню, а потім до обох частин приклеювались фальсифіковані половини, виготовлені, наприклад, за допомогою кольорової офісної техніки,

або отримані з сувенірної продукції. Таким чином, з однієї справжньої банкноти отримували дві, частково перероблені[6].

Ознаки способу:

- одна зі сторін повністю відповідає справжнім банкнотам, а друга має ознаки того способу, за допомогою якого були отримані зображення (наприклад, якщо використовувався струменевий принтер, то будуть наявні характерні ознаки саме цього способу);
- оскільки банкнота була склеєна з двох аркушів, то будуть наявні ознаки склеювання: розшарування аркушів; наявність частинок клею поміж аркушами тощо;
- найчастіше папір підробленої частини банкноти в ультрафіолетових променях яскраво люмінесціює, оскільки для її виготовлення використовувався звичайний папір[6].

З 1990 року в грошовому обігу країн Європи з'явилися фальшиві стодоларові банкноти США серії 1988 року, а потім і серії 1990 року, виготовлені з дотриманням технології виробництва грошових знаків США (папір, поліграфічний друк, склад барвників, спеціальні засоби захисту максимально наближені до таких, які є на справжніх банкнотах, порядкові номери і різноманітні банківські реквізити). Якість "суперфальшивок" настільки висока, що не лише особи, пов'язані за характером діяльності з валютою не можуть виявити підробку, але й наявна на озброєнні техніка допускає помилки у визначенні їхньої дійсності. Для виявлення таких грошових знаків необхідно знати характерні відмінні ознаки[6].

Нерідко фальшивомонетники серйозно підходять до підбору паперу для майбутніх фальшивих купюр. Для виготовлення підробок використовують як звичайний папір, який можна придбати у звичайному магазині канцтоварів, так і спеціальний, призначений для виготовлення визначеної поліграфічної продукції. Дуже рідко злочинці спеціально виготовляють папір, подібний до справжнього банкнотного, бо це надто складно та дорого[6].

У випадках часткової підробки на папері купюр невеликого номіналу витравлюються старі зображення для наступного нанесення зображень грошового знака більшого номіналу або купюри іншої країни[6].

Найчастіше для надання підробкам більшої схожості зі справжніми грошовими знаками злочинці імітують такий розповсюджений захисний елемент, як водяний знак[6].

Водяні знаки найчастіше імітують наступними способами:

- Наносять на папір фарбою відповідний малюнок. При цьому ділянки, покриті шаром фарби (наприклад, білої, що у відбитому світлі зливаються з поверхнею білого паперу і погано помітні), при розгляданні на просвіт виявляються більш темними. Малюнок, який імітує водяний знак, наносять або з внутрішньої сторони паперу (якщо банкнота склеєна з двох аркушів) або на звороті. Існують два основних способи виконання такої імітації: ручним способом, з використанням спеціально кустарно виготовленого кліше або друкуванням за допомогою офсетних друкарських форм, кліше, офісної техніки або трафаретів[6].

- Так звані жирові водяні знаки (переважно для імітації світлих знаків), які наносять жировою речовиною (наприклад, рослинною олією або тваринним жиром) з використанням спеціально виготовлених з резини, деревини або металу кліше чи трафаретним способом. При цьому оброблені ділянки стають більш прозорими, ніж усі інші. Така імітація легко виявляється за допомогою тампона, змоченого у спирті (жир розчиниться і знаки стануть невидимими)[6].

- Кислотні водяні знаки виготовляються за допомогою місцевого впливу хімічного реагенту (це можуть бути засоби побутової хімії, розчини соляної та сірчаної кислоти тощо) на папір для зміни його оптичної щільності. Для нанесення цієї імітації використовують загострені предмети або спеціально виготовлені кліше[6].

- Водяні знаки з припуском - така імітація зустрічається досить рідко. Вона складається з виготовлення спеціальної паперової суміші у вигляді густої

пасти, яка наноситься на папір підробленої банкноти загостреним предметом або спеціально виготовленим кліше для глибокого друку та фіксації отриманого зображення за допомогою преса. Така імітація виявляється у процесі уважного дослідження у косо спрямованих променях[6].

- Вирівняні водяні знаки, які наносять таким способом: підчищають гострим лезом або наждачним папером верхній шар паперу, після чого він у відповідних місцях стає тоншим і, отже, прозорішим (цей спосіб рідко зустрічається та ефективний лише для імітації світлих водяних знаків). Така імітація легко виявляється у процесі уважного дослідження водяного знака у косо спрямованих променях.

- Рельєфні водяні знаки - наносять із використанням рельєфного металевого кліше без використання барвників, із відповідним зображенням. Потім притискають його до зволоженого паперу (при зволоженні волокна паперу розбухають, а під тиском руйнуються й сплющуються). У результаті на просвіт зображення стають видимими. Також можливе нанесення такої імітації на готовий підроблений грошовий знак без зволоження. Обидва різновиди вказаної імітації легко виявляються при зволоженні ділянки банкноти зі знаком (можливе використання 10%-го лужного розчину): справжній водяний знак при цьому стане ще більш яскраво видимим, а імітація зникне[6].

Дуже рідко водяні знаки підробляють із використанням оригінальної технології (наприклад, як це зробив фальшивомонетник Баранов). Іноді для виготовлення фальшивих грошей використовують спеціальний папір, який має водяні знаки, але, зрозуміло, іншого змісту, ніж на банкнотах. Захисні нитки імітують на підроблених банкнотах як примітивними способами (наприклад, малюванням сріблястою фарбою фрагментів нитки у "віконцях", так і більш складними (виготовлення штучної стрічки з плівки чи фольги, яка клеюється між аркушами паперу підробки). Також зустрічалися фальшиві грошові знаки, на яких імітація захисної нитки або стрічки була виконана за допомогою поліграфічних способів друку та офісної техніки[6].

Нерідко фальшивомонетники імітують такі активні захисні елементи, як конфетті та кольорові захисні волокна. Способи підробки досить різноманітні: примітивне малювання олівцями, кульковими ручками та фломастерами; друкування поліграфічними способами або з використанням принтерів та ксерокопіювальних апаратів. Щодо імітації захисних волокон, то зустрічаються випадки наклеювання шовкових або синтетичних кольорових волокон на папір підроблених банкнот. А імітацію конфетті у випадках виготовлення підробок з двох аркушів нерідко наносять між аркушами перед їх склеюванням[6].

### 1.2.3 Загальні положення методики криміналістичного дослідження паперових грошей

Дослідження паперових грошей є одним із найскладніших видів техніко-криміналістичного дослідження документів, оскільки потребує різноманітних спеціальних знань. До безпосередніх об'єктів експертизи паперових грошей можна віднести: реквізити банкнот (малюнки, тексти та інші зображення, водяні знаки, захисні волокна, голографічні зображення тощо); матеріали (папір, фарби, клеючі речовини і т.ін.); технічні засоби для виготовлення підроблених купюр (поліграфічне обладнання, друкарські та фотоформи, комп'ютери, принтери, ксерокопіювальні апарати та інша офісна техніка, ножі для обрізання паперу тощо).

При направленні на техніко-криміналістичне дослідження паперових грошей перед експертом можуть бути поставлені такі запитання:

- Чи відповідає надана на дослідження банкнота за своїми характеристиками аналогічному грошовому знаку, що знаходиться у грошовому обігу?
- Якщо ні, то яким способом виготовлені надані банкноти?
- За допомогою якої техніки виготовлені надані грошові знаки?
- Чи не виготовлені надані банкноти за допомогою обладнання, вилученого на місці події?
- Чи не використовувалися для виготовлення наданих грошових знаків заготовки, що були виявлені на місці події?

- Які папір, фарби та клеючі речовини були використані для виготовлення наданих банкнот?
- Яким способом виготовлені або імітовані водяні знаки та інші активні захисні елементи?
- Чи надходили раніше на дослідження підроблені грошові знаки, виготовлені аналогічним способом?
- Чи мають надані банкноти єдине джерело походження?
- Яким способом відбувалось обрізання країв наданих банкнот?

Для того, щоб відповісти на вказані запитання, експерт повинен володіти інформацією про елементи захисту сучасних паперових грошей; уміти користуватися прийомами і технічними засобами щодо встановлення їх наявності й справжності. Необхідно також відзначити, що у досить рідкісних випадках виготовлення підроблених банкнот способом малювання, можливе вирішення питань, які відносяться до галузі почеркознавчих та трасологічних досліджень[6].

Незалежно від запитань, які поставлені перед експертом, він повинен дотримуватися визначеної послідовності застосування криміналістичних засобів та методів, які забезпечують повноту дослідження та зберігання речових доказів[6].

Техніко-криміналістичне дослідження паперових грошових знаків можна умовно розділити на кілька етапів, у процесі яких вирішуються різні завдання та використовуються різноманітні прийоми та методи[6].

На першому етапі дослідження експерт-криміналіст вирішує питання про справжність наданої банкноти, тобто про відповідність її зразкам справжніх банкнот. Від вирішення цього питання залежить послідовність подальшої роботи експерта. Якщо в результаті досліджень буде встановлено, що банкнота справжня, то потрібно встановити причини тих змін, які викликали сумніви у справжності наданого грошового знака. У випадку протилежної відповіді на це запитання експерт послідовно вирішує питання



про спосіб виготовлення об'єкта та про матеріали, пристосування, які використовували фальшивомонетники[6].

У наш час роль експерта-криміналіста у процесі розкриття та розслідування злочинів, пов'язаних із підробкою та збутом па-перових грошей, полягає не лише у встановленні самого факту підробки банкнот, а й у визначенні єдиного джерела походження гривень, вилучених у різних місцях. На другому етапі експерт-криміналіст вирішує ідентифікаційні питання (якщо такі перед ним поставлені). При наданні кількох схожих банкнот (водночас або у різний час) у результаті порівняльного дослідження можливе їх ототожнення за джерелом походження. Ідентифікацію також проводять при наданні на дослідження, окрім банкнот, різноманітних пристосувань, які, вірогідно, використовувалися для фальшивомонетництва[6].

Останнім етапом є дослідження матеріалів банкнот та (за наявності) вилучених у ході слідчих дій матеріалів для виробництва підробок. Сюди належать дослідження паперу (його метричних та оптичних властивостей, складу за волокнами, проклейки та ін.), фарби (фізико-хімічне та хімічне дослідження) та елементів захисту (виду матеріалів, з яких вони виготовлені). Дослідження матеріалів банкнот проводиться з застосуванням хімічних та фізичних методів, які дозволяють вирішити питання стосовно паперу, фарб та барвників, клею та інших речовин для виготовлення підроблених паперових грошей. Для вирішення вказаних питань потрібні спеціальні знання в галузі хімії та фізики[6].

При дослідженні наданих паперових грошових знаків експерт-криміналіст використовує різноманітні методи дослідження, починаючи від простих і закінчуючи більш складними (тобто спочатку візуально досліджує об'єкт, а потім переходить до мікроскопічних методів та ін.).

Огляд банкноти та попереднє дослідження слід починати в умовах розсіяного денного освітлення, що дозволяє найбільш повно і точно визначити кольорові характеристики об'єкта (кольорова гама справжніх банкнот є одним із засобів захисту від підробки)[6].

Спочатку експерт фіксує номінал купюри, серію, номер та розміри. Потім оглядаються можливі забруднення, складки, пошкодження з обох сторін банкноти. Потрібно уважно прочитати всі тексти на грошовому білеті (можливі помилки у текстах), розглянути зображення з метою встановлення їх локалізації та відтворення, наявності відповідних реквізитів, їх взаєморозміщення. На дотик вивчають якість паперу банкноти, його шорсткість, дзвінкість, тактильність глибокого друку і рельєфних зображень[6].

У процесі попереднього дослідження грошових знаків необхідно застосувати усі можливі методи візуального огляду. Після огляду у розсіяному світлі потрібно його дослідити у спрямованому світлі: на просвіт та у косо спрямованих променях[6].

Вивчення об'єкта на просвіт дозволяє вивчити внутрішню структуру паперу, його щільність та однорідність, встановити наявність водяного знака, захисної стрічки, конфетті, а також їхньої відповідності зовнішньому вигляду, формі і змісту[6].

Огляд в умовах кососпрямованого освітлення дозволяє вивчити рельєфність паперу банкноти, виявити такі елементи, як фарба овіай, приховані зображення, утворені багат шаровим друком, рельєфність окремих малюнків, надрукованих глибоким способом друку, голограми, кінемаграми та інтерференційні оптичні зображення[6].

Після цього застосовуються мікроскопічні методи дослідження для вивчення деталей, елементів та особливостей, які неозброєним оком недостатньо помітні або зовсім не розрізняються. Огляд збільшеного зображення країв банкнот може вказати на наявність часток клеючої речовини, якщо грошовий знак, склеєний з двох аркушів паперу, на ознаки кустарного обрізання тощо[6].

Надані банкноти обов'язково потрібно вивчати у відбитих УФ-променях. Цей метод дозволяє встановити наявність або відсутність люмінесценції паперу, визначати наявність волокон, що люмінесціюють, і

захисних люмінесцюючих зображень. За допомогою інфрачервоного візуалізатора вивчається наявність і розміщення метамерних фарб, тобто прозорість і непрозорість тих чи інших фрагментів зображень в ІЧ-променях. Приладом для магнітного контролю встановлюється наявність магнетизму визначених фрагментів банкнот. В обох випадках необхідно мати інфрачервоні та магнітні карти зразків досліджуваних банкнот[6].

Остаточний висновок може бути сформульований лише тоді, коли вивчено весь комплекс захисних елементів, а не на основі однієї-двох ознак. Необхідно відзначити, що для уникнення помилок та неправильних висновків досліджень, експерту слід уважно вивчати кожен об'єкт дослідження під мікроскопом та за допомогою інших приладів, постійно підвищувати свій професійний рівень. Потрібно також обов'язково знайомитися з новими досягненнями в галузі поліграфічної, копіювально-розмножувальної та комп'ютерної техніки. Це важливо тому, що злочинний світ завжди крокує попереду і використовує для виготовлення підроблених паперових грошових знаків найсучаснішу техніку.

### 1.3 Огляд існуючих приладів для перевірки справжності купюр

На сьогоднішній день існує багато детекторів, лічильників та інших приладів для перевірки грошей. Розглянемо основні.

- Детектори. Використовуються для аналізу купюр по ряду захисних елементів – інфрачервоне зображення, магнітні елементи, ультрафіолетові мітки, спецементи, розмір, оптична щільність.
- Лічильники. Допомагають перерахувати та перевірити за короткий час велику кількість бумажних грошей[14].

Популярним на сьогодні є професійне обладнання для перевірки грошей Cessida. Це американська компанія, що являється одним з лідерів у високопрофесійної техніки для банків та інших фінансових підприємств. Одним з ключових якостей продукції є оперативне оновлення програмного забезпечення. Протягом 3-5 днів після виходу нової банкноти, апарат вже

почне їх пізнавати[15]. На рисунку 1.1[16] зображено детектор валют CASSIDA UNO SERIES.



Рисунок 1.1 – Детектор CASSIDA UNO SERIES

Цей детектор ідентифікує фальшиву купюру по шести типам захисту, а також сканує на наявність необхідних інфрачервоних знаків з обох сторін.

Наявні такі види детекції:

- ІЧ перевірка на просвіт;
- Наскрізна ІЧ;
- Магнітна;
- УФ контроль;
- Антистокс детекція;
- Перевірка страйп-ефекта.

Також апарат чітко розпізнає водяні знаки, коректність нанесення захисної нитки.

Наступний детектор для перевірки справжності купюр зображено на рисунку 1.2[17].



Рисунок 1.2 – Детектор CASSIDA 6650 з розширеним набором функцій

В данному апараті менша кількість ідентифікацій купюр.

- Ультрафіолетова детекція
- Магнітна детекція

#### 1.4 Висновки до розділу

В даному розділі розглянуто технології та особливості виготовлення паперових грошей, особливості способів друку та матеріали з яких виготовляються купюри. Розглянуто основні способи підробки паперових грошей. Проведено огляд декількох існуючих приладів для перевірки банкнот на справжність.

## РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ЕЛЕМЕНТІВ ЗАХИСТУ КУПЮР КРАЇН СВІТУ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

### 2.1 Захисні знаки купюр різних країн

#### 2.1.1 Українська гривня

Банкноти всіх номіналів виготовлені на спеціальному білому папері, що не флуоресцює в ультрафіолетових променях. Водяний знак на банкнотах номінальною вартістю 1, 2, 5, 10, 20 гривень зразка 1992 року - зображення світлими лініями ТРИЗУБА, вільно розміщене на всій площині банкнот. Водяний знак на банкнотах номінальною вартістю 1 (1994, 1995 рр.), 2 (1995 р.), 5 (1994, 1997 рр.), 10 (1994 р.), 20 (1995 р.), 50 і 100 гривень - розміщене на вільній від друку ділянці зображення в різних тонах ПОРТРЕТА, що повторює портрет, який надрукований на лицьовому боці банкнот[18].

На лицьовому боці банкноти розташовані: портрети видатних діячів історії та літератури України, написи "УКРАЇНА" або "УКРАЇНА" і "НАЦІОНАЛЬНИЙ БАНК УКРАЇНИ", номінальну вартість банкнот словами та цифрами. Дизайн доповнюють орнаменти та розетки, які виконані багатоколірним друком. Портрети, написи та окремі декоративні елементи банкнот виконані рельєфним друком[18].

На зворотному боці банкнот у центрі розміщено зображення історико-архітектурних пам'яток України, зверху над якими зроблено напис "НАЦІОНАЛЬНИЙ БАНК УКРАЇНИ". Словами та в чотирьох кутах цифрами позначено номінальну вартість банкнот, а знизу - і рік затвердження зразка банкнот. Дизайн банкноти доповнюють розетки, стрічки та орнаменти, які виконані багатоколірним друком[18].

##### 2.1.1.1 Банкнота номіналом 100 гривень зразка 2014 року

Банкнота номіналом 100 гривень зразка 2014 року надрукована на тонованому папері зі світло-оливковим відтінком, який відповідає переважаючому кольору зображень, що є на банкноті. Розмір банкноти – 75x142 мм. Крім елементів захисту для візуального визначення банкнота має елементи захисту, які визначаються в ультрафіолетових, інфрачервоних

променях та мають магнітні властивості[19]. Основні елементи захисту наведені в таблиці 2.1[19].

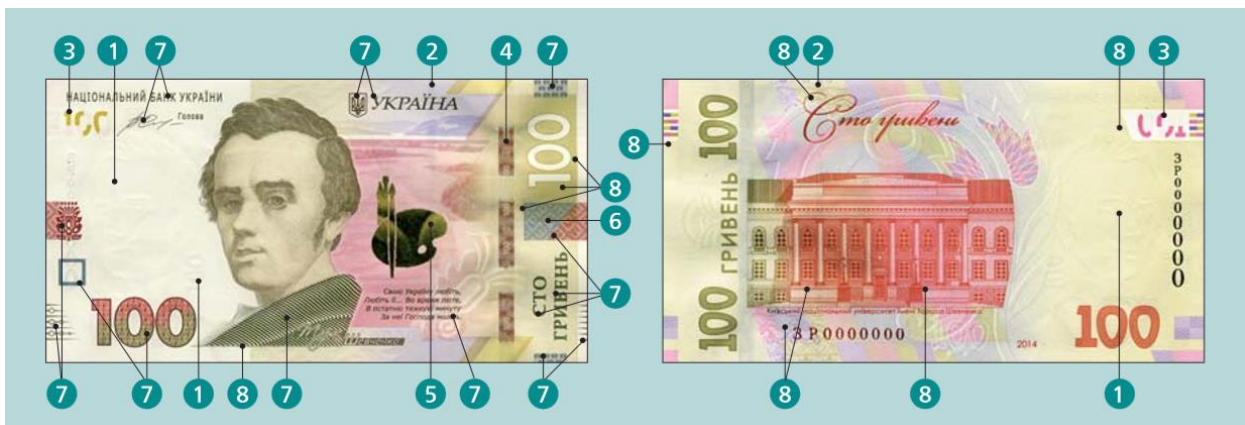



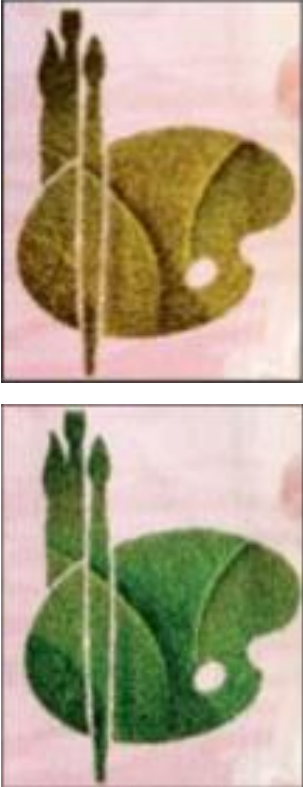

Рисунок 2.1 – Основні елементи захисту купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року

Таблиця 2.1 – Елементи захисту купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року

1	Водяні знаки		<p>Багатотоновий водяний знак – портретне зображення Тараса Шевченка та світлий елемент водяного знака – зображення цифрового позначення номіналу (розміщено вертикально в правій нижній частині багатотонного водяного знака).</p>
---	--------------	---	---

2	Повністю занурена в товщу паперу захисна стрічка		<p>За допомогою збільшувального скла можна побачити зображення у прямому та перевернутому вигляді: “100 ГРН”, елемент малого Державного Герба України (тризуб) і підкреслене цифрове позначення номіналу “100”.</p>
3	Наскрізний елемент		<p>Зображення цифрового позначення номіналу “100”, усі елементи якого збігаються та доповнюють один одного під час розглядання банкноти проти світла.</p>
4	“Віконна” (частково введена в товщу паперу) захисна стрічка		<p>Захисна стрічка коричневого кольору з яскраво вираженим кінематичним ефектом. Стрічка містить зображення числового позначення номіналу та графічного знака гривні.</p>



			<p>При зміні кута нахилу банкноти змінюється напрямок руху фонового зображення стрічки.</p>
5	Елемент SPARK		<p>Оптично-змінне зображення палітри, яке має кінематичний ефект. При зміні кута нахилу банкноти на ділянках зображення спостерігаються поступові переходи від золотистого кольору до зеленого.</p>
6	Латентне зображення		<p>Зображення цифрового позначення номіналу – “100”: цифри видимі під час розглядання банкноти на рівні очей проти світла під гострим кутом: темні на світлому фоні – при розгляданні банкноти з довгої сторони, світлі на темному фоні – при розгляданні банкноти з короткої сторони.</p>

7	Рельєфні елементи зображень		Шорсткість яких відчувається на дотик; для прикладу наведені збільшені зображення: а) написи та зображення; б) елемент для людей з послабленим зором; в) фрагмент портрета.
8	Мікротекст		Написи, що повторюються, і які можна прочитати за допомогою збільшувального скла.

Розглянувши елементи захисту купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року було обрано декілька елементів з якими будемо проводити дослідження. Обрано такі елементи, як рельєфні зображення, мікротекст, захисні стрічки.

#### 2.1.1.2 Банкнота номіналом 500 гривень зразка 2015 року

Банкнота номіналом 500 гривень зразка 2015 року надрукована на тонованому папері із бежевим відтінком, який відповідає переважаючому кольору зображень, що є на банкноті. Розмір банкноти – 75x154 мм. Крім елементів захисту для візуального визначення банкнота має елементи захисту, які визначаються в ультрафіолетових, інфрачервоних променях та мають магнітні властивості. Основні елементи захисту наведені на рисунку та в таблиці 2.2[20].

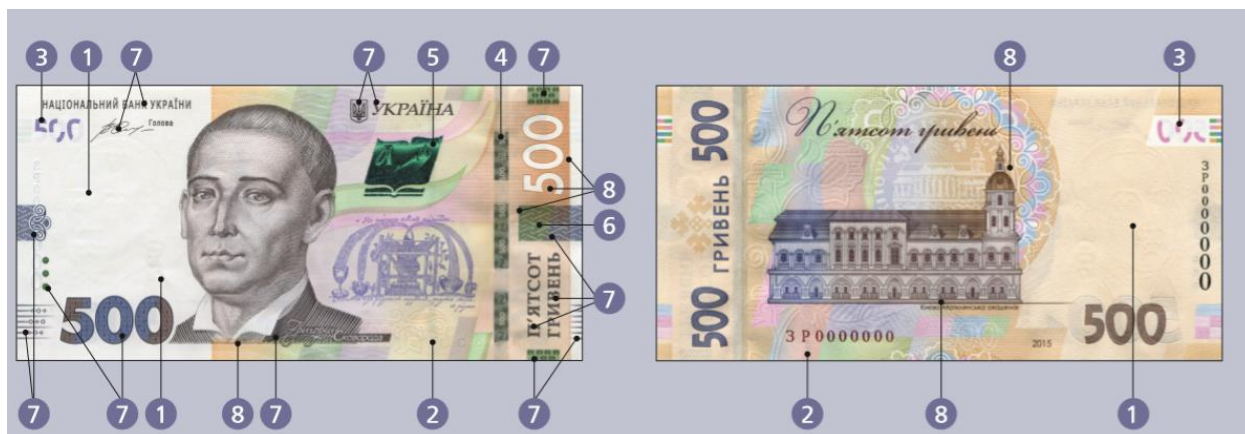



Рисунок 2.2 – Основні елементи захисту купюри номіналом 500 гривень зразка 2015 року

Таблиця 2.2 – Захисні знаки купюри номіналом 500 гривень зразка 2014 року

1	Водяні знаки		<p>Багатотоновий водяний знак – портретне зображення Григорія Сковороди та світлий елемент водяного знака – зображення цифрового позначення номіналу (розміщено вертикально в правій нижній частині багатотонного водяного знака).</p>
---	--------------	---	--

2	Повністю занурена в товщу паперу захисна стрічка		Повністю занурена в товщу паперу захисна стрічка, на якій за допомогою збільшувального скла можна побачити зображення у прямому та перевернутому вигляді: “500 ГРН”, елемент малого Державного Герба України (тризуб) і підкреслене цифрове позначення номіналу “500”.
3	Наскрізний елемент		Зображення цифрового позначення номіналу “500”, усі елементи якого збігаються та доповнюють один одного під час розглядання банкноти проти світла.
4	“Віконна” (частково введена в товщу паперу) захисна стрічка		“Віконна” (частково введена в товщу паперу) захисна стрічка темно-сірого кольору з яскраво вираженим кінематичним ефектом. Стрічка містить зображення числового позначення номіналу та графічного знака гривні. При зміні кута нахилу банкноти змінюється напрямок



			руху фонового зображення стрічки.
5	Елемент SPARK		Оптично-змінне зображення розгорнутої книги, яке має кінематичний ефект. При зміні кута нахилу банкноти на ділянках зображення спостерігаються поступові переходи від зеленого кольору до синього.
6	Латентне зображення (зображення цифрового позначення номіналу – “500”)		Цифри видимі під час розглядання банкноти на рівні очей проти світла під гострим кутом: темні на світлому фоні – при розгляданні банкноти з довгої сторони, світлі на темному фоні – при розгляданні банкноти з короткої сторони.
7	Рельєфні елементи зображень		Рельєфні елементи зображень, шорсткість яких відчувається на дотик; для прикладу наведені збільшені зображення: а) написи та зображення; б) елемент для людей з послабленим зором; в) фрагмент портрета.

8	Мікротекст		<p>Написи, що повторюються, і які можна прочитати за допомогою збільшувального скла.</p>
---	------------	---	--

Розглянувши елементи захисту купюри номіналом 500 гривень зразка 2015 року було обрано такі елементи захисту для дослідження: рельєфні зображення, мікротекст, занурені захисні стрічки[21].

### 2.1.2 Долари

Долар США - офіційна валюта Сполучених Штатів Америки.

Банківський код - USD. Код валюти - 840. Номінали банкнот в обігу: 100, 50, 20, 10, 5, 2 (порівняно рідкісна банкнота), 1 долар. Назва грошової одиниці, згідно з найбільш поширеною версією, походить від середньовічної монети талер, чеканившейся в Німеччині[26].

Традиційно на лицьовій стороні долара США зображуються видатні державні діячі Сполучених Штатів. На сучасних банкнотах це Бенджамін Франклін - 100 доларів, Улісс Грант - 50, Ендрю Джексон - 20, Олександр Гамільтон - 10, Авраам Лінкольн - 5, Томас Джефферсон - 2 і Джордж Вашингтон - 1 долар[26].

На зворотному боці зображено пам'ятники історії: 100 доларів - Індепенденс-хол, де була підписана Декларація незалежності (Палац

Незалежності), 50 - Капітолій, 20 - Білий дім, 10 - Казначейство США, 5 - меморіал Лінкольна у Вашингтоні. Банкнота в 1 долар на звороті має особливий малюнок, що складається з двостороннього зображення так званої Великої печатки США, використаної для підтвердження автентичності документів, випущених урядом, і що зберігається в Вашингтоні[27].

Для виготовлення доларів США використовується бездеревний папір, що складається на 75% з бавовни і на 25% з льону. У папір хаотично впроваджені в невеликій кількості шовкові волокна червоного і з синього кольорів. Папір має блідо-жовтий колір і еластична на дотик. В УФ-променях папір і волокна не люминесцирують[27].

Таблиця 2.3 – Елементи захисту купюри номіналом 100 доларів США


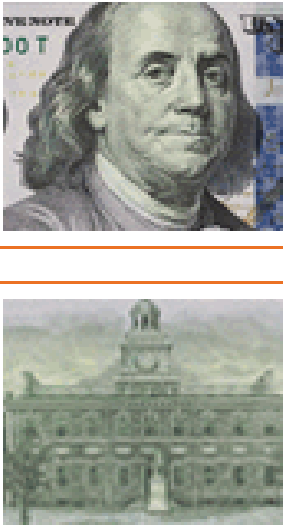
<p>Структура бумаги доларів США</p>		<p>Сітчасте переплетення волокон утворює прямокутну структуру, яка розташовується паралельно сторонам купюри.</p>
<p>Тривимірна захисна стрічка</p>		<p>В залежності від кута нахилу, зображення дзвіночків змінюється на число 100. Якщо нахилити банкноту вперед і назад, дзвіночки і числа 100 зміщуються з одного боку в інший. Якщо нахилити банкноту вліво і вправо, вони переміщуються вгору і вниз. Завдяки застосуванню передових мікротехнологій, стрічка вплетена в папір, а не надрукована на ній.  Майже мільйон мікролінз</p>



		створюють ілюзію руху дзвіночків і чисел 100.
Дзвоник у чорнильниці.		При нахилі банкноти можна побачити як колір дзвоника змінюється з мідного на зелений, завдяки чому створюється враження, що дзвіночок то з'являється в чорнильниці, то зникає з неї.
Водяний знак у вигляді портрета		Якщо подивитися на банкноту на просвіт і можна побачити нечітке зображення Бенджаміна Франкліна на вільному місці праворуч від портрета. Зображення видно з обох боків банкноти.
Захисна стрічка		Захисна стрічка, введена в папір і проходить вертикально зліва від портрета. На смужці надруковані літери USA і число 100, які розміщені вертикально по всій довжині смужки і видно з обох боків банкноти. В ультрафіолетовому світлі ця смужка світиться рожевим кольором.



<p>Число «100», що змінює колір</p>		<p>Число 100 в правому верхньому куті на лицьовій стороні банкноти під різними кутами нахилу змінює колір як хамелеон. Колір числа 100 банкноти змінюється з мідного на зелений.</p>
<p>Рельєфний відбиток</p>		<p>Тут друк на папері шорсткий на дотик, завдяки вдосконаленому процесу глибокого друку, що використовується для створення зображення. Традиційний рельєфний відбиток відчутний на всій поверхні банкноти 100 доларів, що є характерною ознакою її автентичності.</p>
<p>Число 100 золотистого кольору</p>		<p>Велике число 100 на зворотному боці банкноти допоможе визначити її номінал людям з порушеннями зору.</p>

<p>Мікродрук</p>		<p>Слова, надруковані дрібним шрифтом на комірці жакета Бенджаміна Франкліна, навколо вільного місця, що містить водяний знак у вигляді портрета, вздовж золотого пера і по краях банкноти.</p>
<p>Позначення Федерального резервного управління</p>		<p>Зліва від портрета знаходиться універсальна друк Федеральної резервної системи. Буква і номер під серійним номером зліва вказують на конкретний федеральний резервний банк, що випустив банкноту. У США існують 12 регіональних Федеральних резервних банків з 24 філіями в найбільших містах.</p>
<p>Номера серії</p>		<p>Унікальна комбінація одинадцяти цифр і букв двічі повторюється на лицьовій стороні банкноти. Ці унікальні серійні номери дозволяють правоохоронним органам виявляти підроблені купюри, а Бюро гравірування і</p>

		друку - відстежувати стандарти якості при друку банкнот.
Символ FW		<p>Друк банкнот 100 доларів нового зразка здійснюється на двох підприємствах: в м Форт-Уорт, штат Техас, і м Вашингтоні, округ Колумбія. На нових купюрах номіналом 100 доларів, надрукованих в місті Форт-Уорт, в верхньому лівому куті лицьового боку банкноти праворуч від числа 100, є маленькі букви FW. Якщо на банкноті немає символу FW, значить, вона видрукувана в Вашингтоні, округ Колумбія.</p>
Портрет і віньєтка		<p>На лицьовій стороні нової банкноти 100 доларів залишився портрет одного з «Батьків-засновників США» Бенджаміна Франкліна. На зворотному боці банкноти була оновлена віньєтка із зображенням Індепенденс-холу - тепер тут зображено не головний, а задній фасад будівлі. Віньєтка на зворотному боці і портрет на лицьовій були збільшені, а овал, раніше</p>

		обрамляють обидва зображення, був вилучений.
Символ свободи		Нова банкнота номіналом 100 доларів містить зображення американських символів свободи - фрази з Декларації незалежності і пера, яким батьки-засновники підписали цей історичний документ. Ці символи зображені праворуч від портрета.
Колір		Колір фону нової банкноти 100 доларів - світло-блакитний. Колір створює додатковий рівень складності дизайну купюри 100 доларів і допомагає відрізнити її від купюр інших номіналів. Оскільки колір може бути відтворений потенційними фальшивомонетниками, він не повинен використовуватися для перевірки справжності банкнот.

### 2.3 Висновки до розділу 2

В цьому розділі розглянуто елементи захисту української гривні та доларів США, а саме, 100 гривень зразка 2014 року, 500 гривень зразка 2015 року та 100 доларів США та обрано елементи захисту з якими будемо проводити дослідження.

## РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА СТЕНДУ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

### 3.1 Структурна схема стенду дослідження купюр

Структурна схема стенду оптико-електронної вимірювальної системи для дослідження властивостей захисних знаків паперових грошей показана на рисунку 3.1. Для дослідження банкнот за основу ОЕВС беремо мікроскоп МБР-1 ЛОМО з трьома об'єктивами що дають такі збільшення: ОМ-2 зі збільшенням  $\times 9$ , МЩ –  $\times 40$ , М-101 –  $\times 90$  та окуляр зі збільшенням  $\times 7$ .

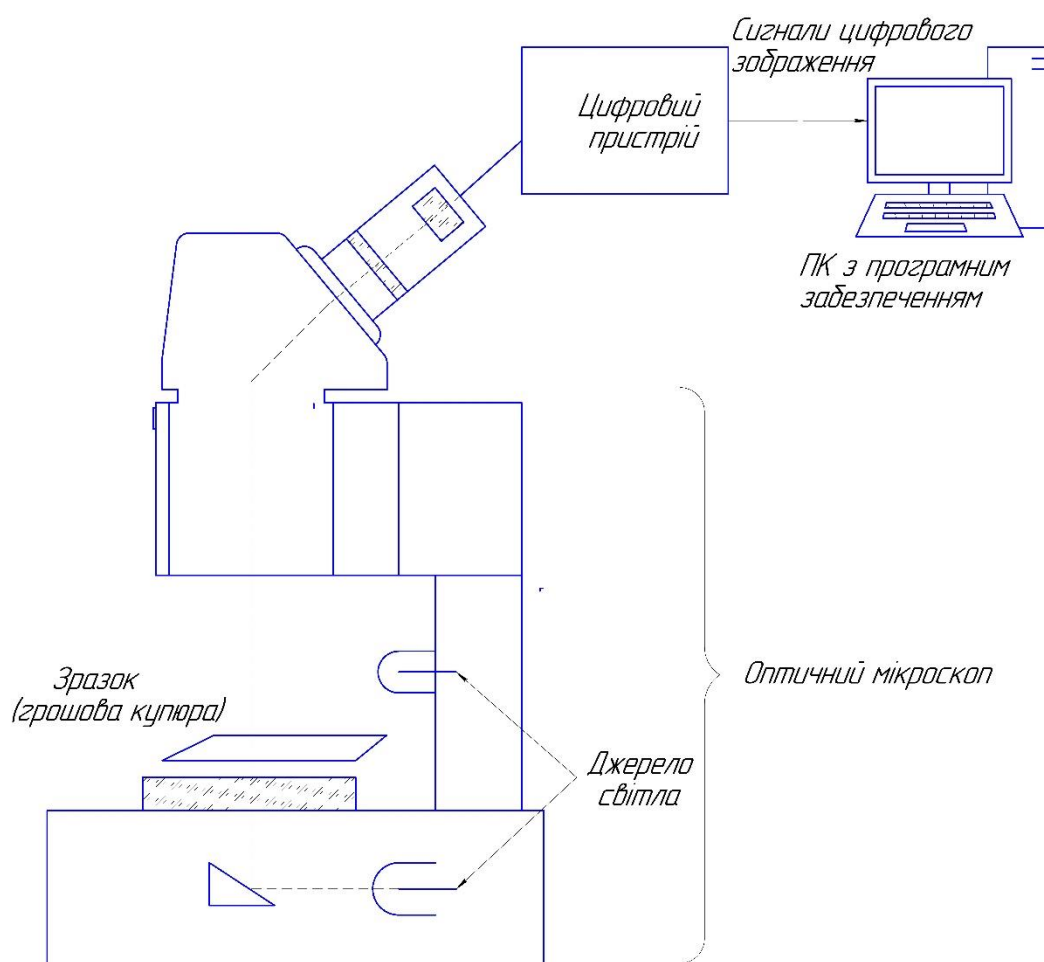


Рисунок 3.1 – Стенд дослідження властивостей захисних знаків купюр

Для того, щоб описати як формується зображення купюри за випромінюванням, наведемо схему формування сигналу на рисунку 3.2.

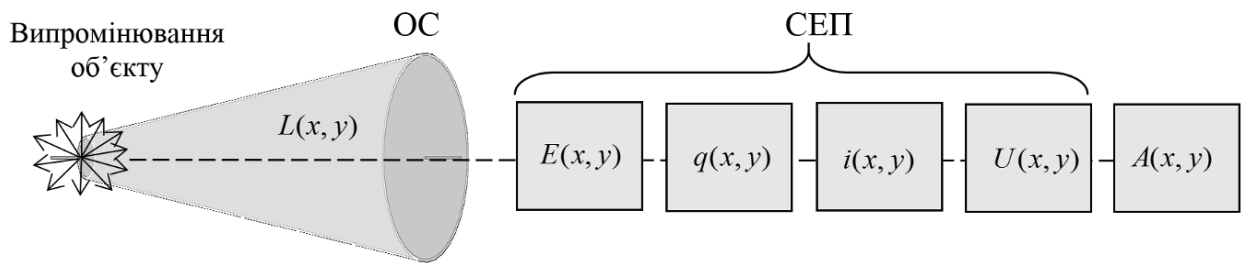


Рисунок 3.2 – Схема формування сигналу ОЕВС

Оптична система ОЕВС формує зображення об'єкту в чутливій площині світло-електричного перетворювача (СЕР), де за допомогою функції розгортання утворюється первинний відеосигнал. Повний відеосигнал подається на вхід СЕР та до пристрою введення відеосигналу в комп'ютер. Зауважимо, що у відповідності з схемою (рис. 2), телевізійне зображення може існувати як розподіл освітленості на чутливій поверхні СЕР (ПЗЗ-матриці), як розподіл зарядів по матриці СЕР, як сформована законом розгортки послідовність аналого-електричних сигналів, як цифровий масив (цифрове зображення), як розподіл яскравості екрану ПК [7-9].

### 3.2 Особливості вибору камери

Існують два типи сенсорів які застосовуються в матрицях камер, це CCD та CMOS. Принцип їх дії наведено в схемі на рисунку 3.3[31].

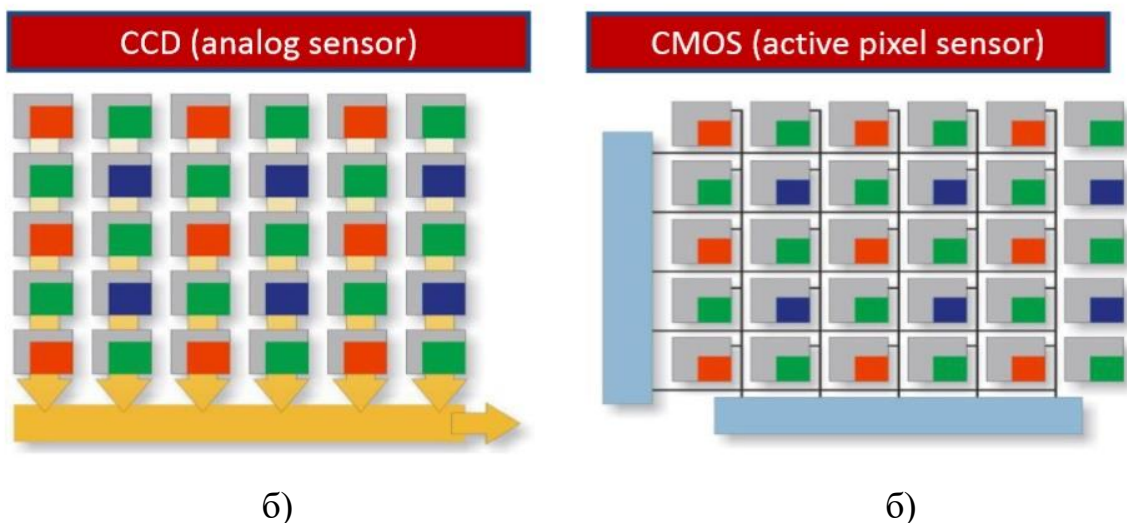


Рисунок 3.3 – Різниця між матрицями: а) CCD, б) CMOS

Обидва сенсори являють собою пікселізовані напівпровідники оксиду металу. Вони накопичують сигнальний заряд у кожному пікселі пропорційно інтенсивності локального освітлення. Коли експозиція завершена, CCD (

рисунок 3.3 а ) послідовно переносить кожний піксельний пакет зарядів у загальну структуру, яка перетворює заряд на напругу, буферизує його і відправляє його за межі чіпу. У матриці CMOS (рисунок 3.3 б) перетворення заряд-напруга відбувається в кожному пікселі. Ця різниця в методах зчитування має значні наслідки для архітектури сенсорів, можливостей та обмежень[30].

В роботі будемо використовувати дві камери: телевізійну камеру NOVUS 130BH з ПЗЗ матрицею та цифрову фотокамеру Canon 1100D з матрицею CMOS.

### 3.2.1 Телевізійна камера NOVUS 130BH

Камера NOVUS 130BH – чорно - біла, в ній використовується чутлива ПЗЗ-матриця Super HAD фірми Sony. Камера має автоматичне регулювання підсилення відеосигналу, автоматичний електронний затвор та автоматичну компенсацію засвітлення фону. Зовнішній вигляд камери зображено на рисунку 3.4[23]. Характеристики камери наведено в таблиці 3.1[23].

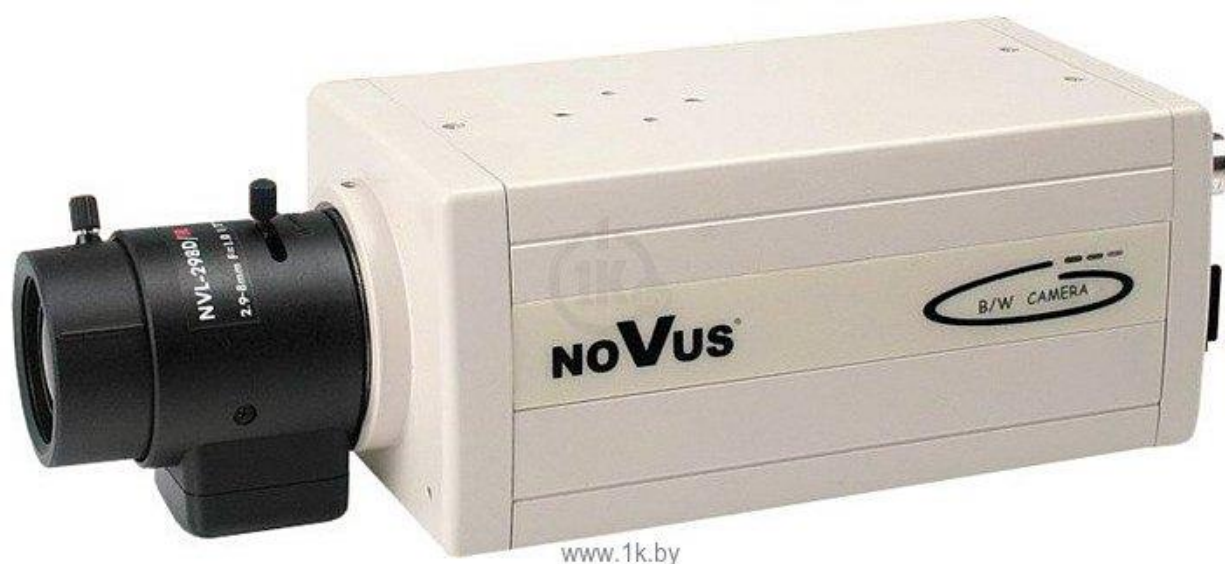


Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд камери Novus 130BH

Таблиця 3.1 – Характеристики камер

Модель	Novus NVC 130BH
Кількість пікселів	500x582
Горизонтальна роздільна здатність	420 ТВЛ
Чутливість	0,05 люкс/F1,2
Відношення Сигнал/шум	>48Дб
Електронний затвор	1/50– 1/100000с
Гамма корекція	0,45
Живлення	12 В

### 3.2.2 Цифрова камера

Камера Canon EOS 1100D є цифровим однооб’єктивним дзеркальним фотоапаратом. В ньому використовується CMOS матриця з високою роздільною здатність в 12,2 мегапікселя та процесор DIGIC 4. В камері використовується високоточна та високошвидкісна система автофокусування. Зовнішній вигляд камери показано на рисунку 3.5[25].





Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд камери Canon 1100d

Камера використовується зі стандартним об'єктивом EF-S 18-55mm f3.5-5.6 IS II (рисунок 2.5) характеристики якого наведено в таблиці 3.2[24].



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд об'єктиву EF-S 18-55mm f3.5-5.6 IS II

Таблиця 3.2 – Характеристика об'єктиву EF-S 18-55mm f3.5-5.6 IS II

Розмір зображення	APS-C
Еквівалент фокусної відстані для 35-мм плівки	29—88

Кут зору (по горизонталі, по вертикалі, по діагоналі)	64° 30' — 23° 20', 45° 30' — 15° 40', 74° 20' — 27° 50'
Конструкція об'єктива (кількість елементів/груп)	11/9
Кількість пелюсток діафрагми	6
Мінімальна діафрагма	22–38 (36)
Мінімальна відстань фокусування (м)	0.25
Максимальне збільшення (x)	0,34 (для 55 мм)
Інформація про відстань	Надається
Стабілізатор зображення	4-кроковий
Привід автофокусування	мікродвигун

### 3.3 Вузол освітлення оптико-електронної вимірювальної системи

Система освітлення оптико-електронної вимірювальної системи для дослідження властивостей захисних знаків купюр виконана з світлодіодної лампи, так як визначено в бакалаврському дипломному проєкті, при такому типі освітлення досягається найвища роздільна здатність системи[1].

Освітлювальна система є однією з найважливішою ланкою в мікрооптичній системі у формуванні світлового променя від якого залежить оптимальна робота подальших частин мікроскопа. Розроблено спеціальне кріплення для лампи з цоколем E27 та обрано LED лампу, зовнішній вигляд якої зображено на рисунку 3.7[33]. Характеристики лампи наведено в таблиці 3.3[33].



Рис 3.7 – Світлодіодна лампа

Таблиця 3.3 – Характеристики різних джерел освітлення

Тип	LED лампа (світлодіодний)
Колір	жовтий
Потужність	6,5 Вт
Напруга	220-240 В
Температура світіння	3000К

#### РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСНИХ ЗНАКІВ

##### 4.1 Дослідження купюр з використанням камери Novus 130ВН

##### 4.1.1 Дослідження елементів захисту купюри номіналом 500 гривень зразка 2015 року

Для дослідження обрано купюри номіналом 500 гривень зразка 2015 року. Кількість вимірювань становила по 20 для кожної купюри, що дозволило отримати довірчу ймовірність  $p=0,9$ .

$$n_{min} = \frac{2}{1-p} \Rightarrow p = 1 - \frac{2}{n_{min}} \Rightarrow p = 0,9 \quad (4.1)$$

Було обрано двадцять купюр номіналом 500 гривень. Елементи купюри, що обрано для дослідження наведено на рисунку 4.1.

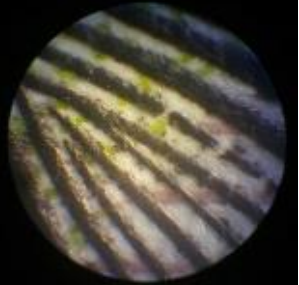
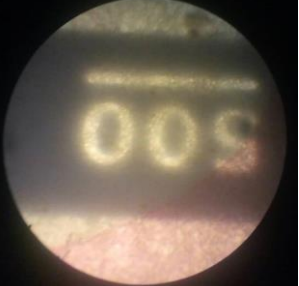


Рисунок 4.1 – Елементи захисту купюр, що обрані для дослідження номіналом в 500 гривень (2015 р.)

За допомогою розробленого стенду було зроблено знімки вибраних елементів захисту кожної з двадцяти купюр. Отримані зображення занесені до таблиці 4.1. Для порівняння захисних елементів кожної купюр між собою необхідно робити знімки точно однакові. Для цього було розроблено систему кріплення та фіксування купюр в одному положенні.

Таблиця 4.1 – Зображення елементів захисту купюри номіналом в 500 гривень

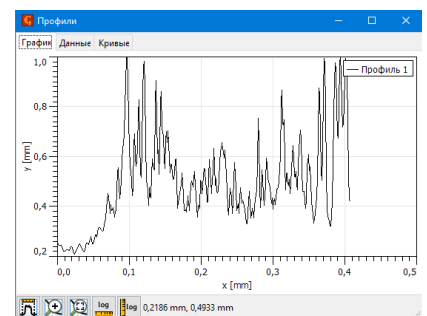
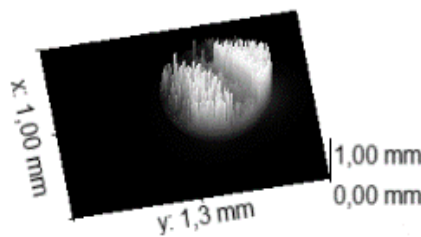
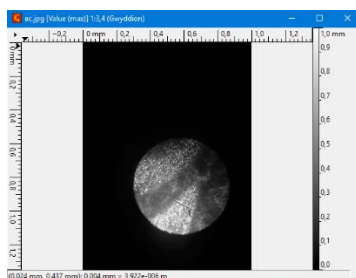
1	Елемент SPARK	
---	---------------	--

2	Рельєфне зображення	
3	Повністю занурена в товщину паперу магнітна стрічка	
4	Мікротекст та частина латентного зображення	

Таких зображень було отримано для кожної з двадцяти купюр. Отримані фотографії оброблено за допомогою програми Gwyddion, що дозволило за об'ємними зображеннями оцінити їх випромінювання.

#### 4.1.1.1 Дослідження елементу Spark купюри номіналом 500 гривень

Отримані за допомогою лабораторного стенду, що розроблено в дипломному проєкті, зображення елементу Spark оброблені в програмі Gwyddion та отримано тривимірне зображення випромінювання елементу та крива профілю, що зображено в рисунку 4.2.



а

Б

в

Рисунок 4.2 – Зображення елемента Spark в програмі Gwyddion:

а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

Так як елемент Spark немає чіткої залежності геометричних розмірів, то будемо досліджувати піки випромінювання, рисунок 4.3.

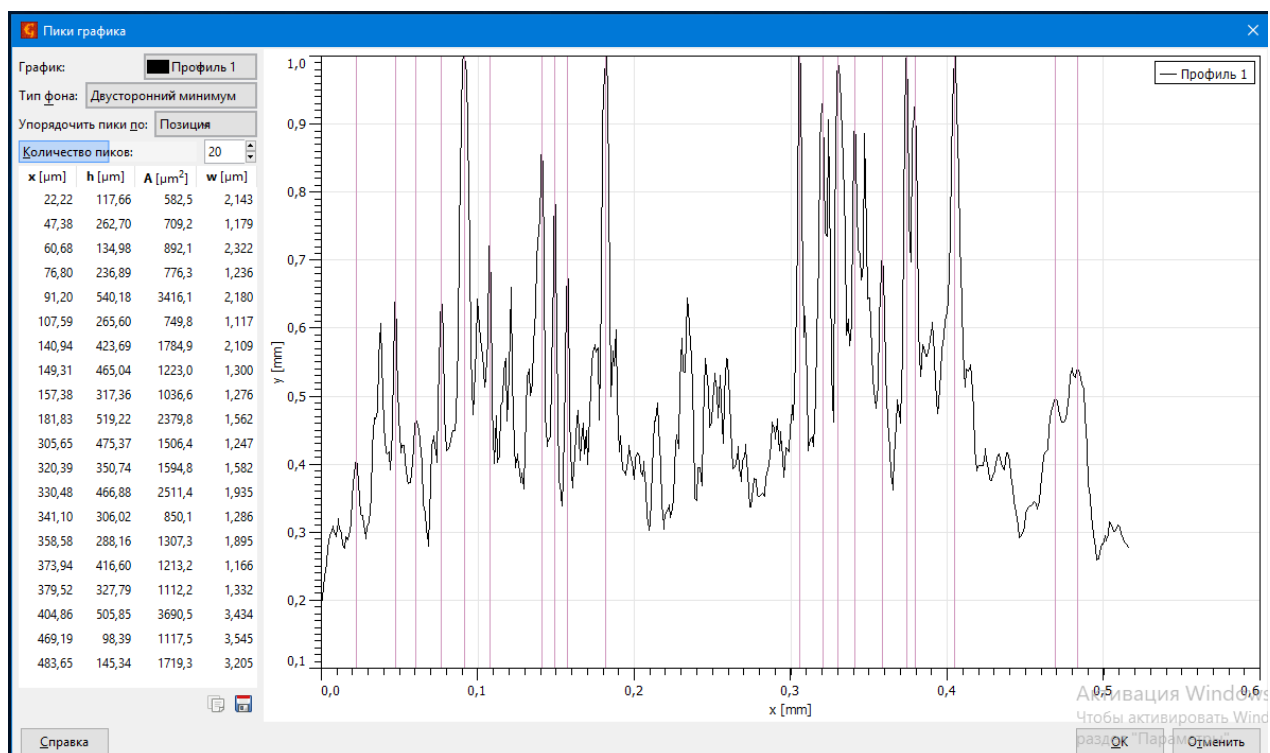


Рисунок 4.3 – Крива профілю та піки випромінювання, елемент Spark, 500 грн, 2015р.

Огляд зображень та кривих профілю показав, що на купюрі 500 грн випромінювання елемента захисту Spark є неоднорідним, його піки не мають чіткої послідовності, отже досліджувати його вкрай складно та потребує багато часу, однак фарба з якого він зроблений є цікавою для дослідження, бо підробити її дуже важко.

#### 4.1.1.2 Дослідження рельєфного зображення купюри номіналом 500 гривень

На елементі видно рельєфні полоси, кожна з яких має чіткі форми і не відрізняється від інших. Було проведено по двадцять для кожного елемента вимірювань і отримано двадцять кривих профілю, які наведені на рисунку 4.4.

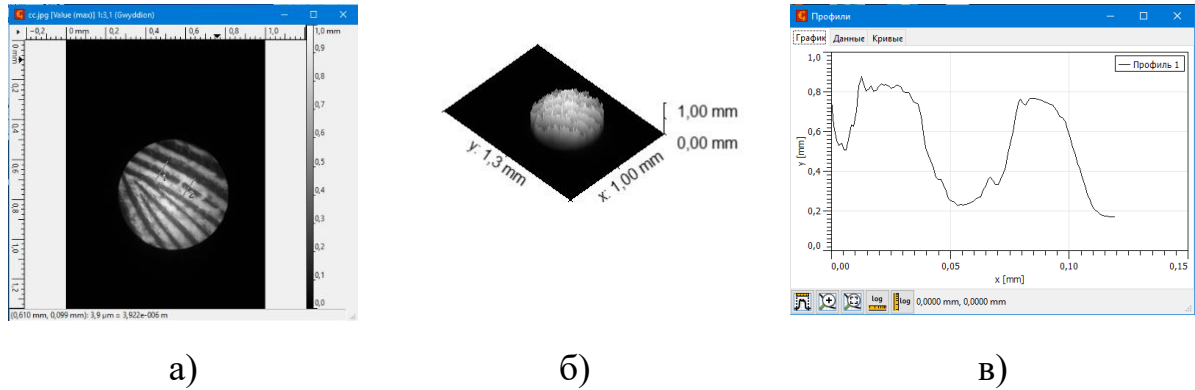


Рисунок 4.4 – Знімки рель’єфного зображення в програмі Gwyddion, 500 грн, 2015р.:

а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

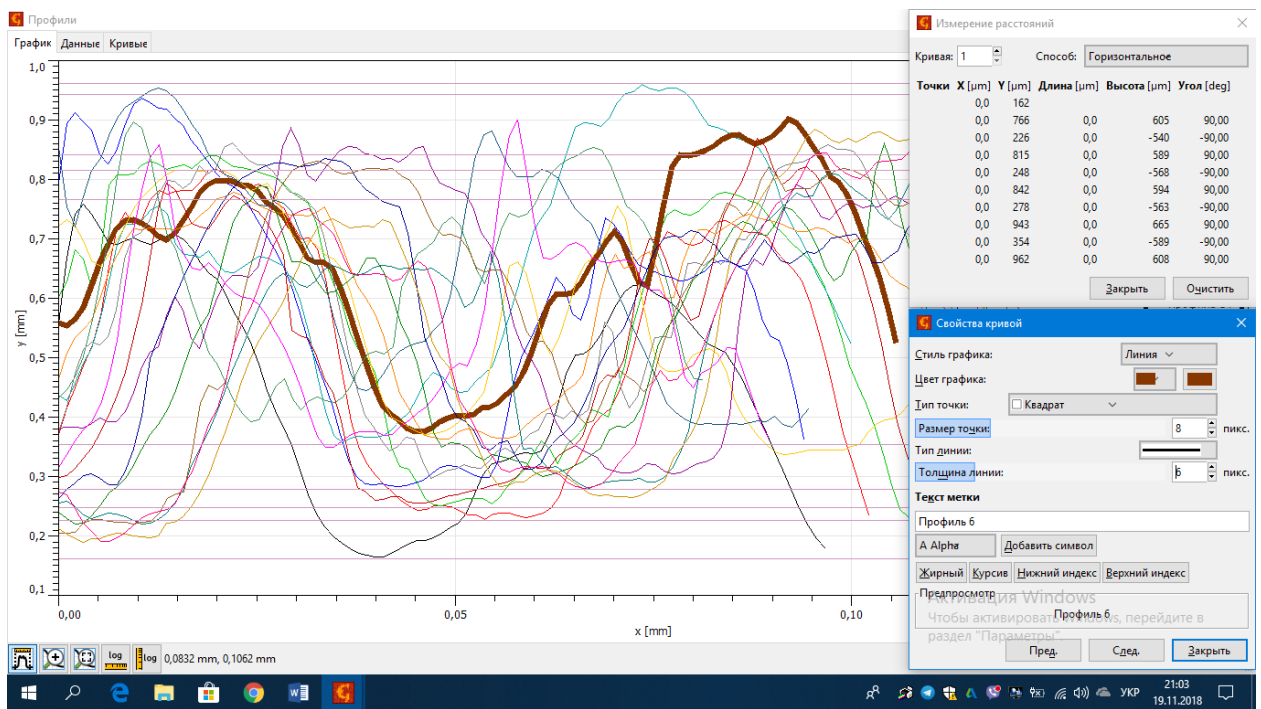


Рисунок 4.5 – Вимірювання висоти випромінювання на кривій 1- го елемента



У властивостях кривої вибираємо «Профіль 1» і збільшуємо товщину лінії, щоб виділити її серед інших. Виміряно відстань між мінімумом та максимумом графіка. Результати вимірювань наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати вимірювання висоти випромінювання 1-го елемента

№ кривої	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розмір, мкм	605	589	594	665	608	538	431	495	589	583
№ кривої	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розмір, мкм	582	514	560	622	657	568	600	634	700	666

Розрахунок середнього квадратичного висоти випромінювання першої купюри

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M)^2}{n}} \quad (4.2)$$

де  $x_i$  - значення  $i$ -тої варіанти,  $i=1, \dots, n$ ;

$M$  – середнє арифметичне результату вимірювання,

$n$  – об'єм генеральної сукупності.

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4.3)$$

Підставимо числові показники у формулу 3 та отримаємо значення середнього арифметичного результату вимірювання, а саме висоти випромінювання 1-го елемента дослідження на купюрі 500 грн випромінювання елемента захисту Spark

$$M = 590, \text{ мкм}$$

Середнє квадратичне висоти випромінювання купюрі 500 грн елемента захисту Spark після підстановки числових показників у формулу 2, дорівнює

$$\sigma = 61,63 \text{ мкм}$$



### 4.1.1.3 Захисна стрічка купюри номіналом 500 гривень

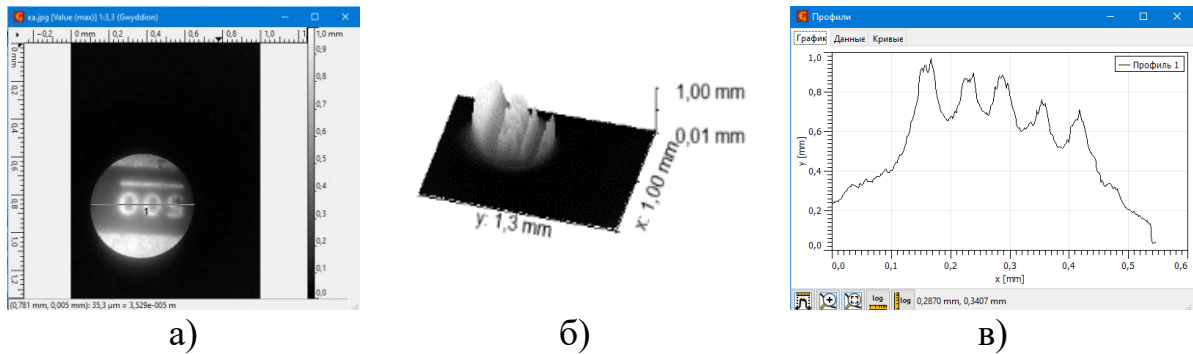


Рисунок 4.6 – Знімки захисної стрічки в програмі Gwyddion, 500 грн, 2015р.:

а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

Виміряємо ширину цифр та порівняємо між собою та з іншими купюрами

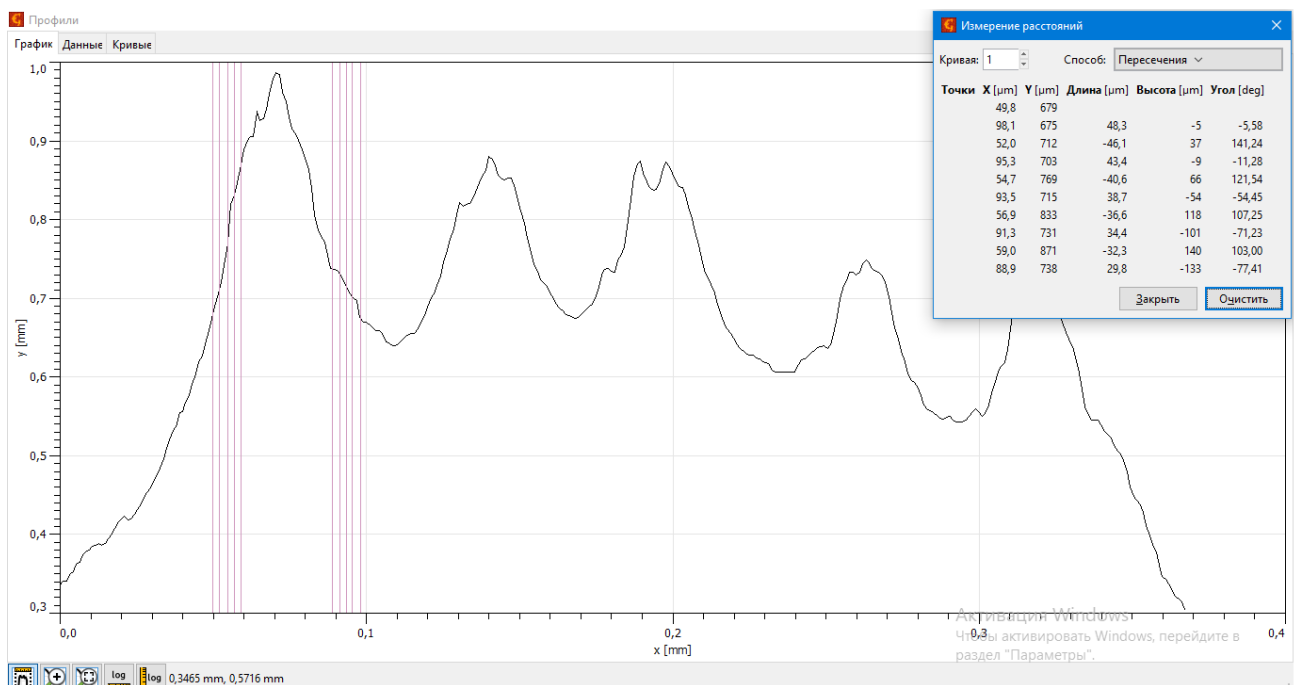


Рисунок 4.7 – Вимірювання ширини цифри «5» на графіку профіля

За графіком видно, що товщина паперу, що просвічується в цифрах, різна. На цифрі «5» вона більша на третину у порівнянні з останньою цифрою «0». Це може бути пояснено саме таким чином, що це спеціально так розроблена технологія нанесення захисної стрічки.

Вимірювання ширини проводилися для кожної цифри. Результати вимірювань заносимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Ширина цифр захисної стрічки купюри номіналом 500 грн, 2015 року

№ вим.	Ширина цифри «5»	Ширина цифри «0»	Ширина цифри «0»
1	48,3	48,0	47,9
2	43,4	44,3	41,6
3	38,7	36,3	35,1
4	34,4	30,7	32,7
5	29,8	24,9	27,2

Як видно з результатів вимірювання, в середньому кожна цифра однакової ширини. Для визначення точності вимірювання розраховуємо середнє квадратичне відхилення за формулою 4.2, що дорівнює  $\sigma_1 = 7,815$  мкм

та заносимо результати розрахунків до таблиці 4.6.

#### 4.1.1.4 Латентне зображення купюри номіналом 500 гривень

Отримані зображення за допомогою ОЕВС оброблюємо в програмі (рисунок 4.8).

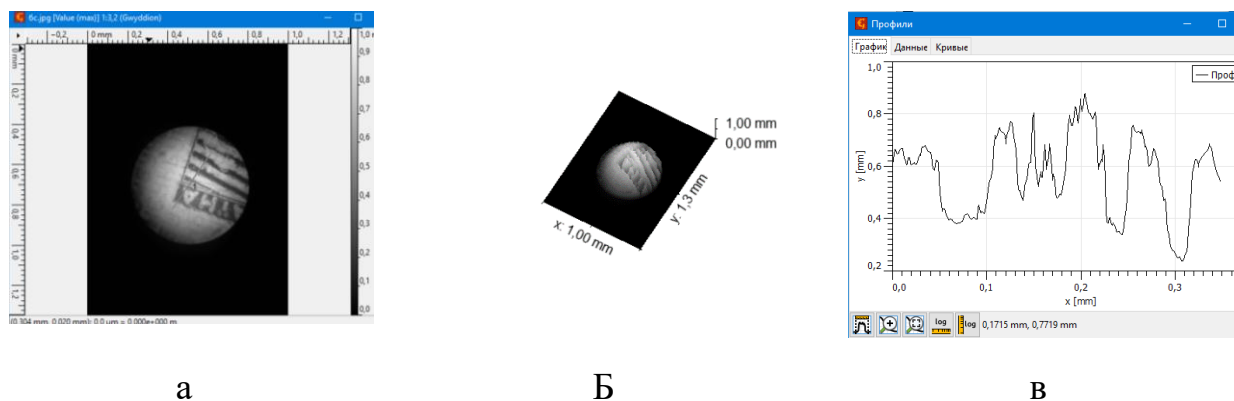


Рисунок 4.8 – Зображення латентного зображення в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

Проведемо вимірювання ширини похилих ліній, результати представлено на рисунку 4.9 – 4.10. Кількість вимірювань становила 20.

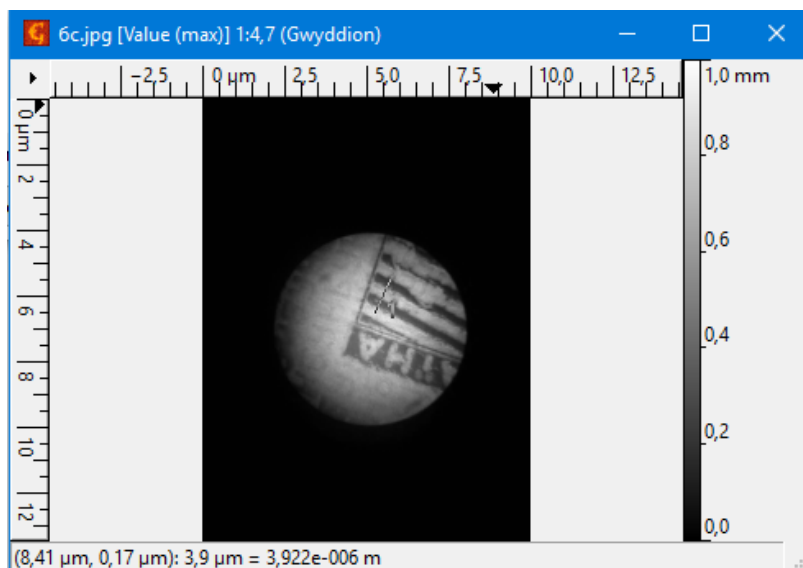


Рисунок 4.9 – Вимірювання ширини похилих ліній купюри номіналом 500 гривень, 2014 року

На елементі латентного зображення видно похилі рельєфні лінії і чітку закономірність звуження цих ліній. Написи «НБУ» в чіткій послідовності і сталих розмірів, які видно тільки під мікроскопом. Будемо вимірювати ширину похилих ліній.

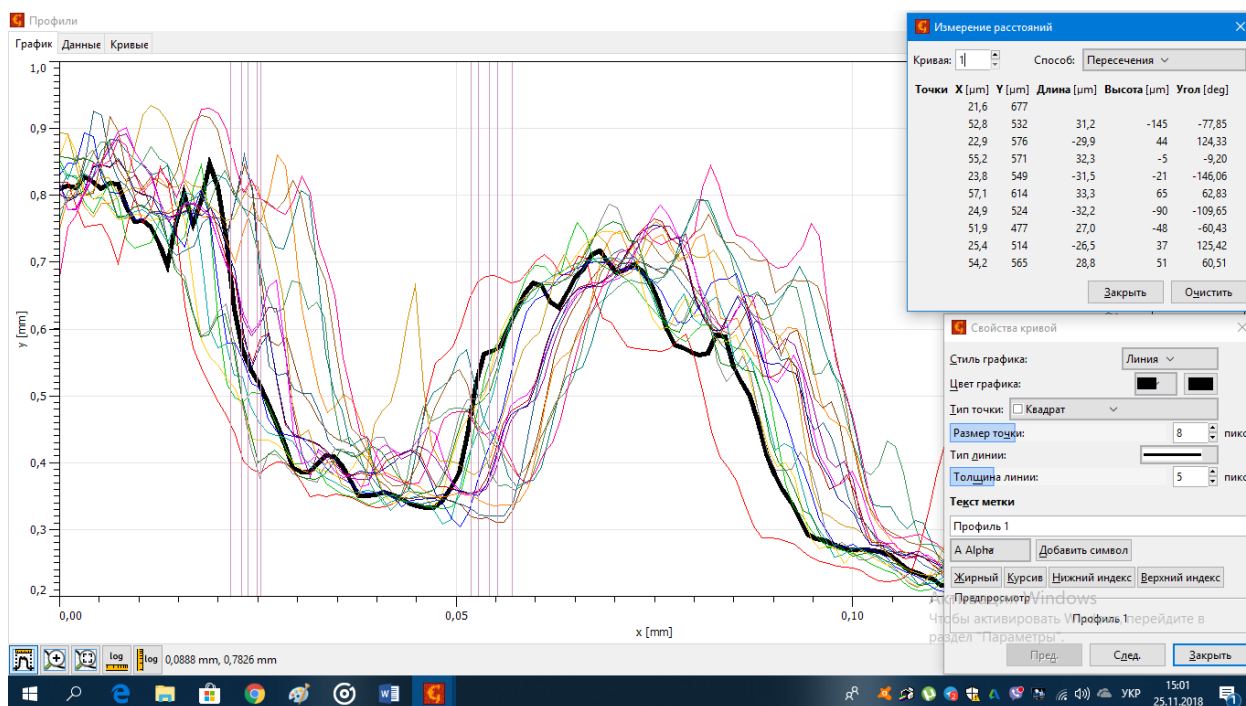


Рисунок 4.10 – Результати вимірювання ширини похилих ліній купюри номіналом 500 гривень, 2015 року

Для досягнення довірчої ймовірності  $p=0,9$  було проведено двадцять вимірювань ширини для однієї кривої. Результати вимірювання занесені до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Результати двадцяти вимірювань ширини похилих ліній купюри номіналом 500 гривень, 2015 року

№ лінії	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина, мкм	31,2	32,3	33,3	27,0	28,8	33,0	30,8	28,5	27,1	29,3
№ лінії	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ширина, мкм	32,3	27,4	26,5	27,6	24,4	32,7	30,6	28,1	27,0	29,5

Таких вимірювань проведено для кожної лінії і пораховано їх середні значення, які занесено до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Результати вимірювань ширини двадцяти ліній

№ лінії	1	2	3	4	5
Ширина, мкм	29,37	31,31	30,12	29,90	29,72
№ лінії	6	7	8	9	10
Ширина, мкм	29,45	30,18	29,55	29,11	29,53
№ лінії	11	12	13	14	15
Ширина, мкм	32,31	29,41	28,57	29,64	30,48
№ лінії	16	17	18	19	20
Ширина, мкм	31,11	30,43	28,17	28,00	30,50

Розраховуємо середнє квадратичне відхилення від середнього арифметичного, що дорівнює  $\sigma_1 = 1,009$  мкм. Дослідження описані раніше проводились з 20 різними купюрами, їх середнє квадратичне занесено до таблиці 4.6. Хочемо зазначити, що було розроблено спеціальну систему фіксації купюри для забезпечення ідентичності площі зображень досліджуваних елементів (№1, № 2, №3, №4).

Таблиця 4.6 – Середнє квадратичне значення випромінювання елементів захисту двадцяти купюр

№ купюри	Елемент захисту, мкм		
	2	3	4
1	61,63	7,815	1,009
2	60,25	7,577	1,009
3	62,15	7,466	1,008
4	60,33	7,354	1,009
5	60,76	6,876	1,008
6	64,13	7,731	1,007
7	61,45	7,578	1,009
8	61,35	6,973	1,009
9	62,76	7,748	1,008
10	59,35	7,256	1,006
11	60,67	8,175	1,008
12	61,43	7,255	1,009
13	63,87	7,654	1,008
14	62,45	7,475	1,009
15	62,24	6,937	1,008
16	62,56	7,735	1,007
17	64,76	8,246	1,009
18	58,34	8,157	1,006

19	61,32	7,957	1,006
20	60,67	8,112	1,007

З результатів дослідження бачимо, що висота випромінювання кожного елемента захисту всіх обраних купюр однакова. Тому робимо висновок, що купюри є справжніми.

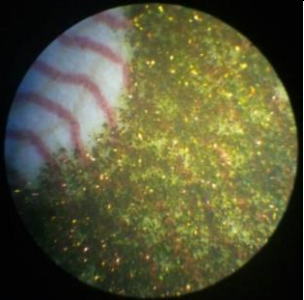

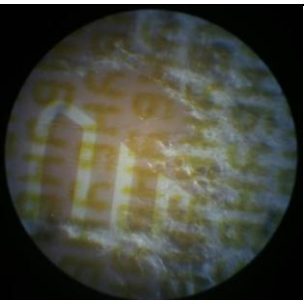
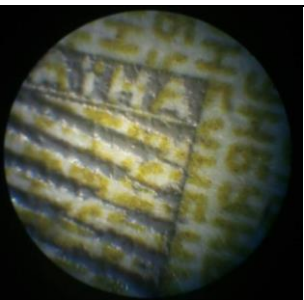
#### 4.1.2 Дослідження купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року

Для наступного дослідження обираємо купюру номіналом 100 гривень зразка 2014 року. Для купюри номіналом 100 гривень захисні елементи на перший погляд аналогічні купюрі в 500 гривень, але все ж є відмінності: колір фонового полотна; колір фарби елемента Spark; летентне зображення відрізняється кольором релефних випуклих полос (купюра номіналом в 100 грн – білий), а в купюрі 500 грн – чорний.



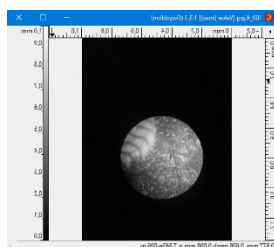
Рисунок 4.11 – Елементи захисту купюр, що обрані для дослідження номіналом в 100 гривень (2014 р.)

Таблиця 4.7 – Зображення елементів захисту купюри номіналом в 100 гривень, 2014 року

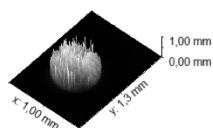
1	Елемент SPARK	
2	Рель'єфне зображення	
3	Частково занурена в товщину паперу магнітна стрічка	
4	Мікротекст та частина латентного зображення	

#### 4.1.2.1 Дослідження елемента Spark купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року

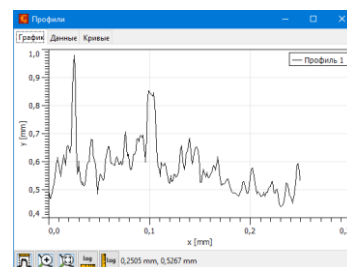
Аналогічно способу показаного із купюрою 500 гривень зображення елемента Spark купюри 100 гривень обробені в програмі Gwyddion та отримано тривимірне зображення випромінювання елемента та крива профілю, що зображено в рисунку 4.12.



а



б



в

Рисунок 4.12 – Зображення елемента Spark купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року в програмі Gwyddion:

а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грива профілю

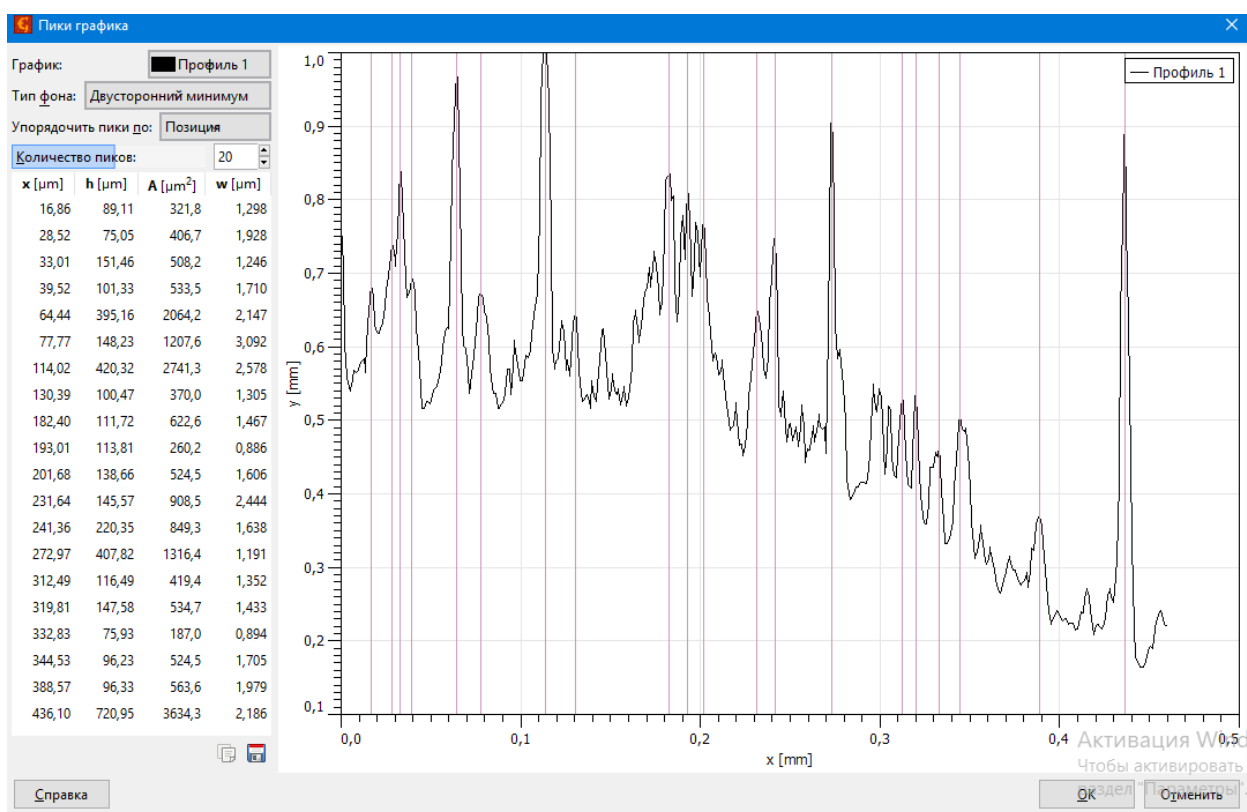


Рисунок 4.13 – Крива профілю та піки випромінювання елемента Spark, купюра 100 грн, 2014р.

Огляд зображень та кривих профілю показав, що на купюрі 100 грн випромінювання елемента захисту Spark є неоднорідним, його піки не мають чіткої послідовності, отже досліджувати його вкрай складно та потребує



багато часу, однак фарба з якого він зроблений є цікавою для дослідження, бо підробити її дуже важко.

#### 4.1.2.2 Рель'єфні зображення купюри номіналом 100 гривень

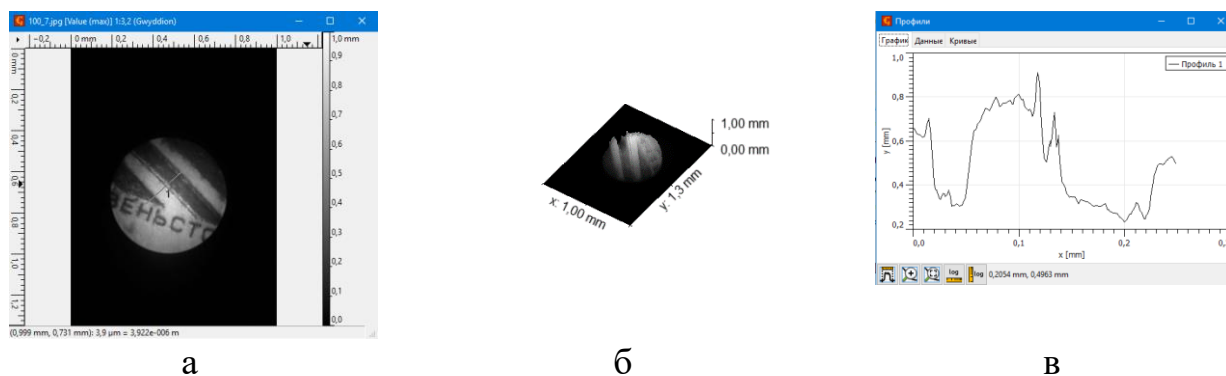


Рисунок 4.14 – Зображення рель'єфних зображень купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року в програмі Gwyddion:

а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грива профілю

Дослідження рель'єфних елементів купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року проводимо способом як наведено в підрозділі 4.1.2 з купюрами номіналом 500 гривень. Проведено по двадцять вимірювань для кожного елемента і отримано двадцять кривих профілю, які наведені на рисунку 4.15.

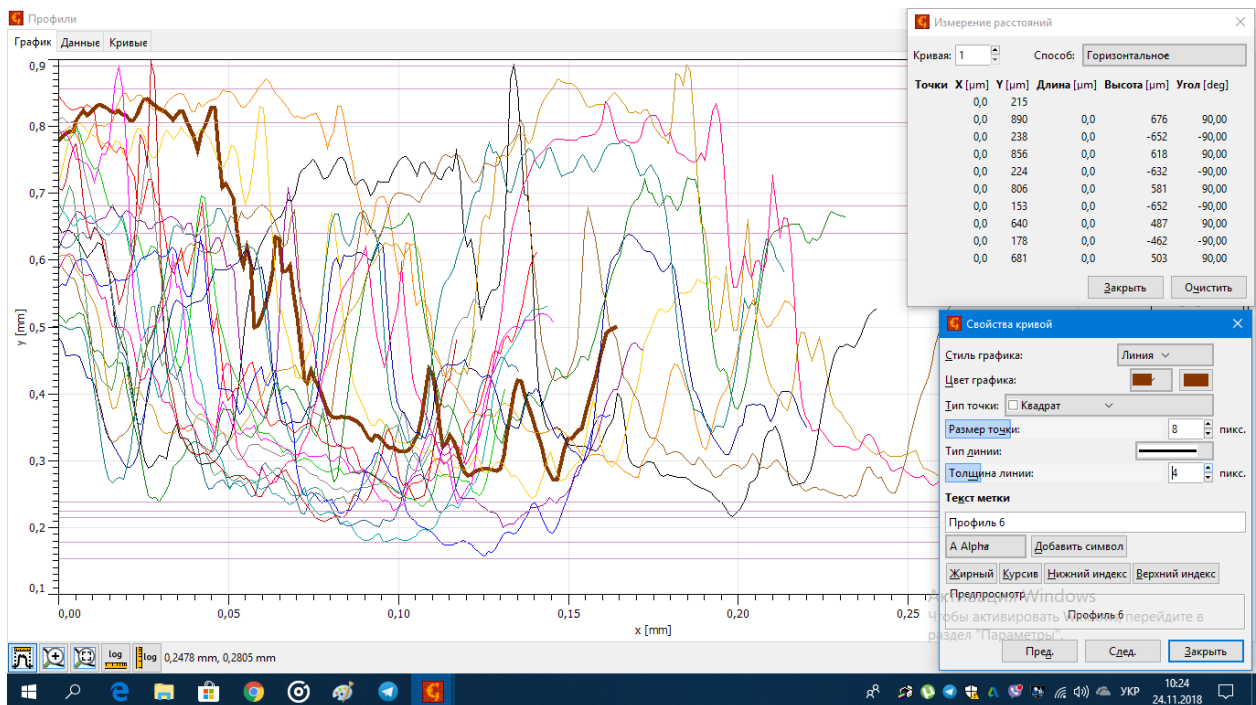


Рисунок 4.15 – Вимірювання висоти випромінювання рель'єфних зображень на кривій купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року

По черзі було виділено кожен з кривих та виміряно відстань між мінімумом та максимумом графіка. Результати вимірювань наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Результати вимірювання висоти випромінювання 1-го елемента купюри номіналом 100 гривень, 2014р.

№ кривої	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розмір, мкм	676	618	581	487	503	580	609	580	522	676
№ кривої	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розмір, мкм	457	485	566	505	557	558	520	581	566	589

Для визначення точності вимірювань розраховуємо середнє квадратичне по формулі 2, що дорівнює  $\sigma_1 = 57,51$  мкм, і заносимо результати в таблицю 4.10.

#### 4.1.2.3 Занурена стрічка купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року

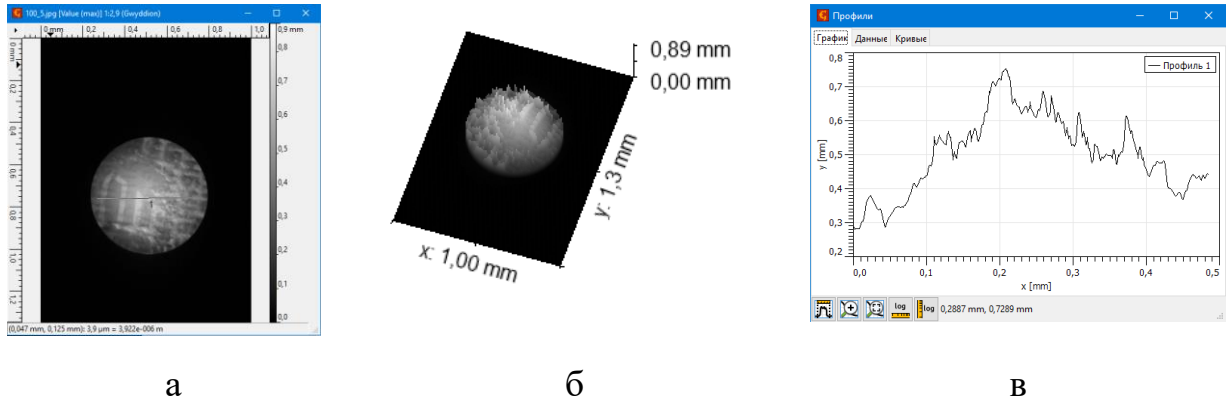


Рисунок 4.16 – Зображення зануреної стрічки купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

Знімки частково зануреної в товщину паперу стрічки відкриваємо в програмі і отримуємо об'ємне зображення та криву випромінювання зображених на рисунку 4.16.

#### 4.1.2.4 Мікротекст та частина латентного зображення

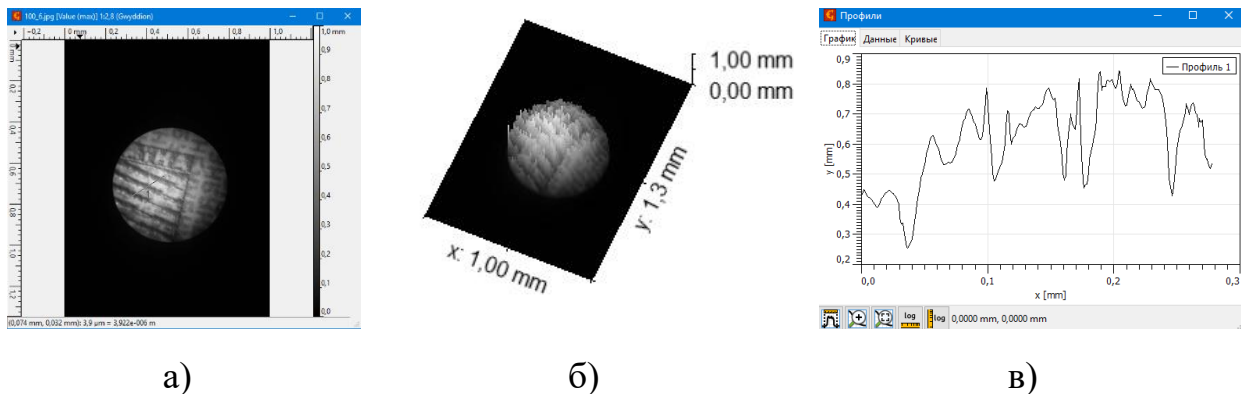
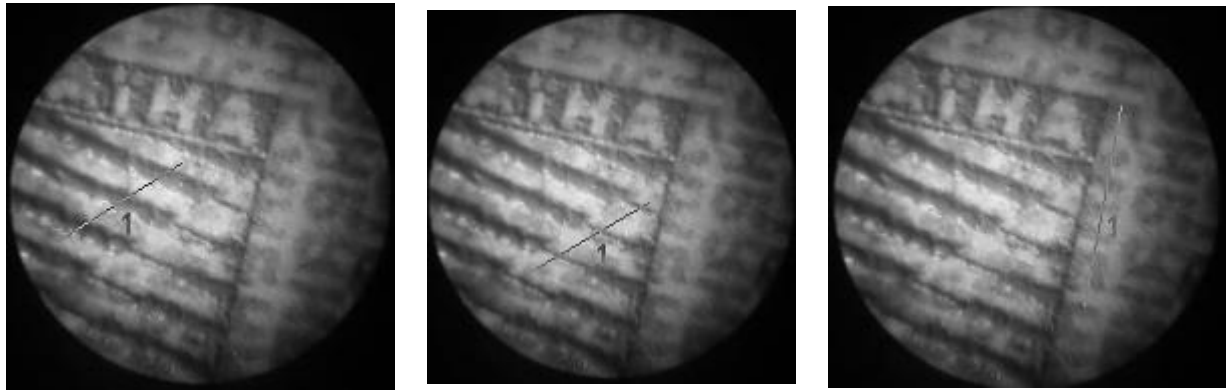


Рисунок 4.17 – Зображення латентного зображення купюри номіналом 100 гривень зразка 2014 року в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грива профілю

Як і на купюрі номіналом 500 гривень на елементі латентного зображення видно похилі рельєфні лінії, на купюрі 100 гривень також спостерігається чітка закономірність звуження цих ліній. Написи «НБУ» також в чіткій послідовності і сталих розмірів, які видно тільки під мікроскопом.

Обираємо участки елемента купюри для вимірювання товщини ліній



а

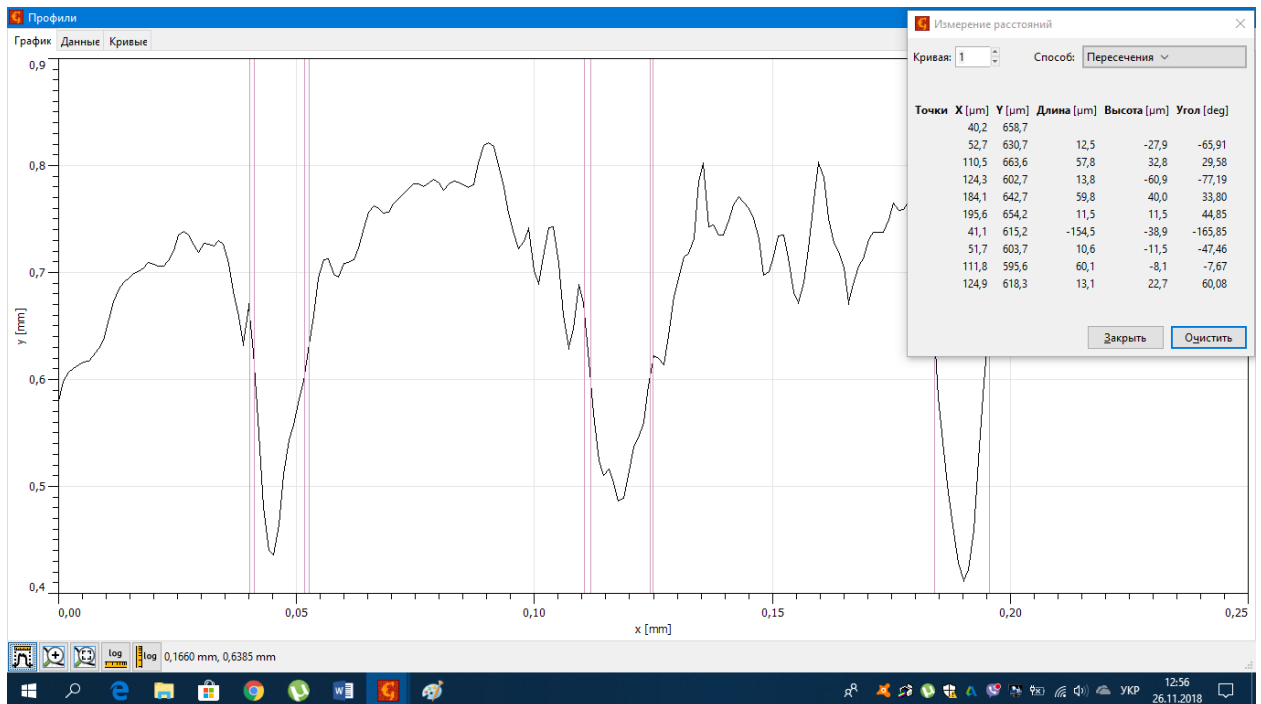
б

в

Рисунок 4.18– Обрані участки елемента купюри для вимірювання:

- а) широкі похилі лінії; б) звужені лінії; в) написи «НБУ»

Отримані криві профілю зображені на рисунках 4.19 – 4.21, результати вимірювання занесені до таблиці 4.9.



Рисцнок 4.19– Вимірюванні ширини похилих ліній латентного зображення, 100грн, 2014р.

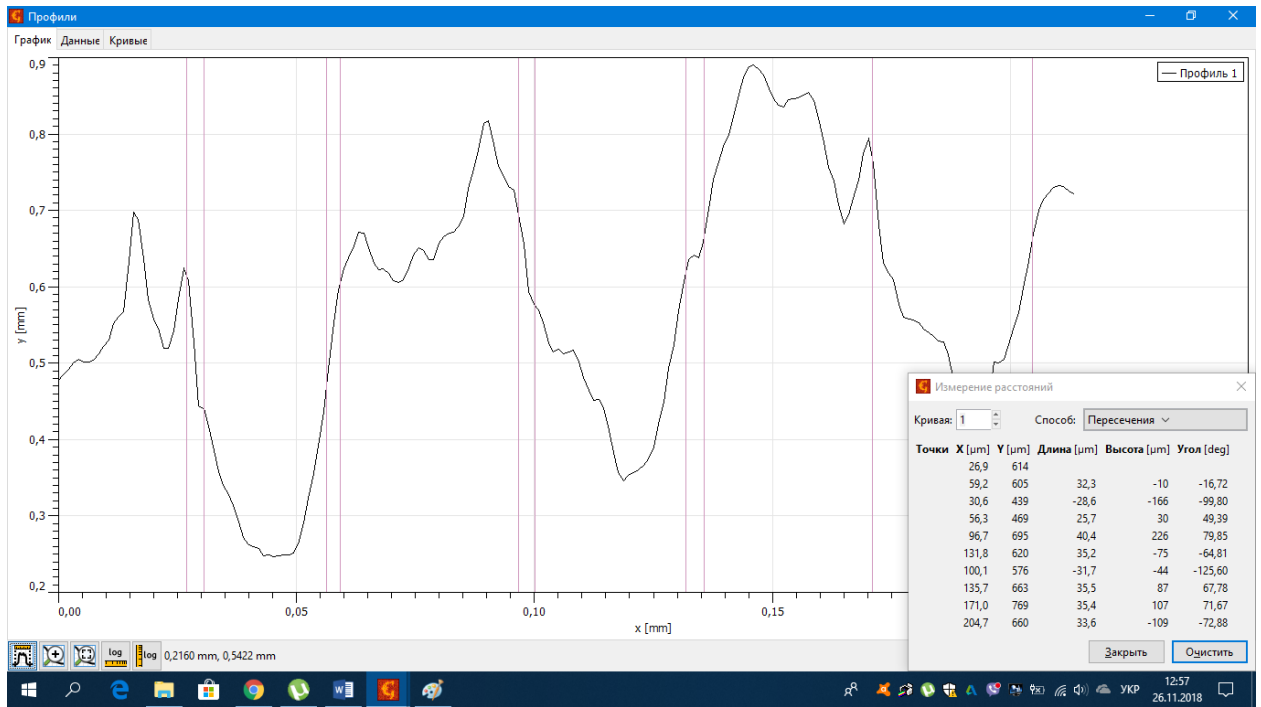


Рисунок 4.20 – Вимірювання ширини похилих ліній латентного зображення, 100грн, 2014р.

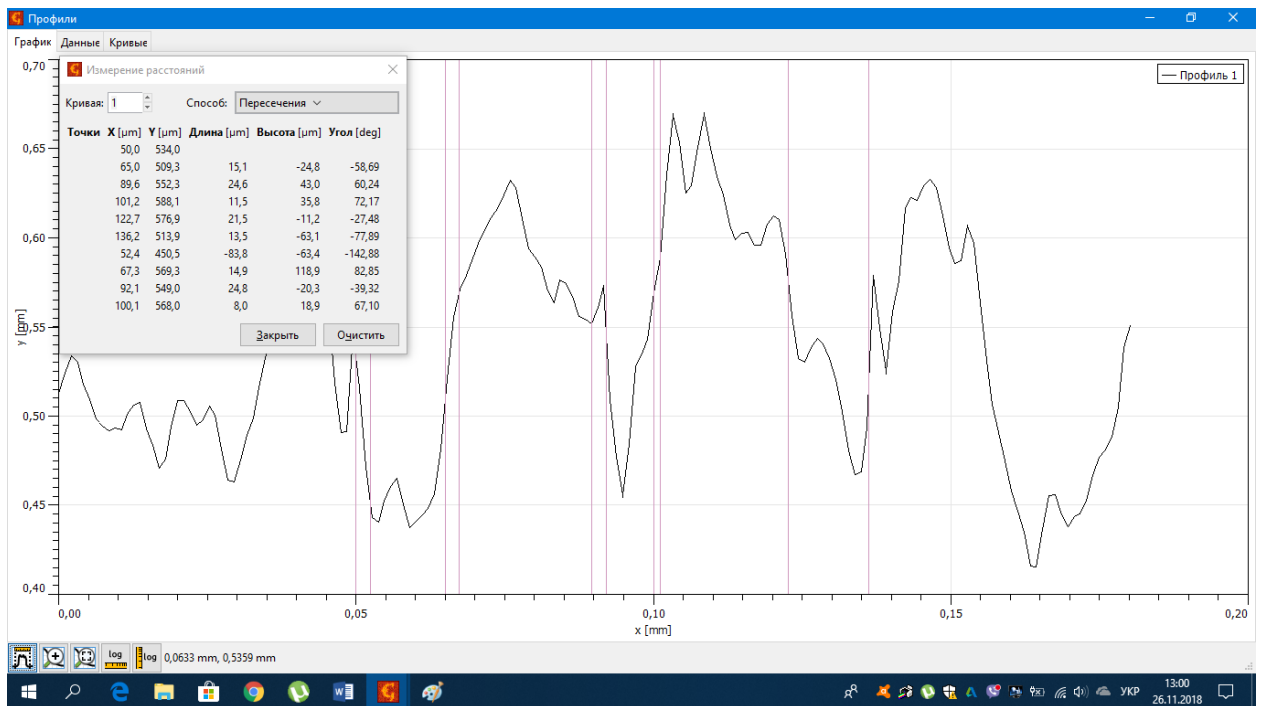


Рисунок 4.21 – Вимірювання ширини напису «НБУ» латентного зображення, 100грн, 2014р.

Таблиця 4.9 – Результати вимірювання ширини похилих ліній та напису «НБУ», 100грн, 2014р.

№ вим.	а, мкм	б, мкм	в, мкм
1	13,8	32,3	15,1
2	12,3	25,7	11,5
3	11,3	35,2	13,5
4	10,0	35,5	14,9
5	10,2	35,4	11,0
6	12,5	33,6	12,3
7	13,8	30,2	11,2
8	11,5	40,2	15,0
9	10,6	28,4	15,0
10	13,1	23,6	11,6
11	11,6	34,0	12,7
12	10,9	29,5	15,1
13	13,0	33,3	11,1
14	12,8	29,4	11,9
15	12,5	32,1	14,3
16	12,1	32,6	14,2
17	11,9	32,6	13,1
18	13,2	33,2	13,5
19	12,8	33,5	13,2
20	13,1	29,1	11,0

Обчислимо середнє квадратичне відхилення кожного вимірювання за формулою 2.

$$\sigma_1 = 1,097 \text{ мкм}$$

$$\sigma_2 = 3,619 \text{ мкм}$$

$$\sigma_3 = 1,498 \text{ мкм}$$

Вимірювання, описані вище, проводилися для двадцяти різних купюр. Для визначення точності вимірювань розраховані їх середні квадратичні відхилення від середнього арифметичного. Результати розрахунків занесено до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Середнє квадратичне значення результатів вимірювання елементів двадцяти купюр номіналом 100 гривень зразка 2014 року

№ купюри	Елемент захисту, мкм			
	2	4,1	4,2	4,3
1	57,51	1,097	3,619	1,498
2	57,45	1,098	3,645	1,466
3	57,67	1,094	3,756	1,399
4	56,78	1,085	3,866	1,413

5	58,35	1,100	3,533	1,433
6	55,33	1,078	3,977	1,385
7	57,98	1,095	3,657	1,395
8	57,31	1,083	3,444	1,397
9	58,13	1,096	4,146	1,393
10	56,32	1,097	3,876	1,388
11	58,84	1,094	3,346	1,411
12	57,98	1,083	3,366	1,379
13	56,25	1,074	4,105	1,419
14	56,45	1,076	3,856	1,398
15	55,87	1,087	3,874	1,383
16	56,25	1,089	4,114	1,367
17	58,22	1,101	3,335	1,400
18	58,34	1,096	3,767	1,377
19	58,89	1,088	3,635	1,399
20	57,37	1,085	3,865	1,401

#### 4.1.3 Дослідження захисних елементів доларів


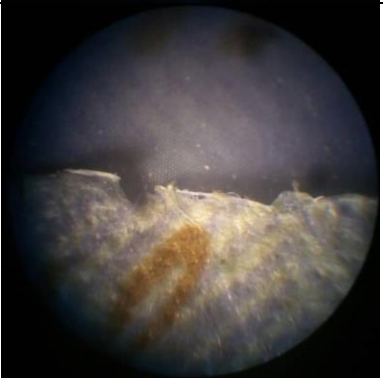
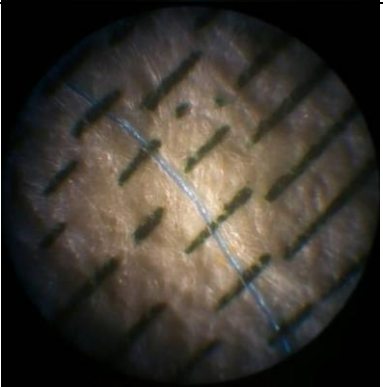
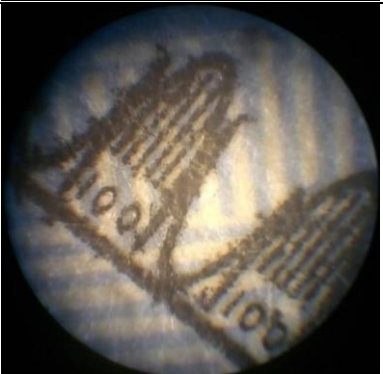
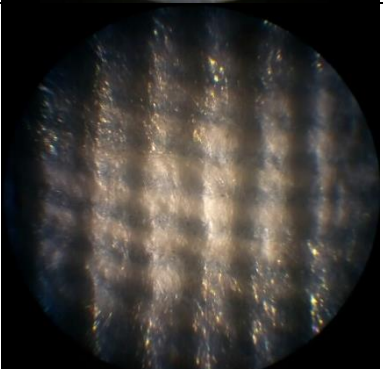
Для дослідження обрано купюри номіналом в 100 доларів США, зображені на рисунку 4.22[35], та були обрані елементи захисту банкноти, та зроблені знімки цих елементів за допомогою оптико-електронної вимірювальної системи, що наведені в таблиці 4.11.



Рисунок 4.22 – Обрані елементи захисту купюри номіналом 100 доларів

Таблиця 4.11 – Зображення елементів захисту купюри номіналом в 100 гривень



1	Мікротекст	
2	Частково занурена стрічка	
3	Мікроволокно синього кольору	
4	Мікротекст	
5	Рель'єфна частина	

4.1.3.1 Дослідження мікротекстів купюри номіналом 100 доларів



Обрані елементи мікротексту оброблені за допомогою програмного забезпечення та отримані їх тривимірні зображення (рисунок 4.23б, 4.24б). В програмі було обрано профіль по буквам мікротексту та отримано криву профіль (рисунок 4.23в, 4.24в).

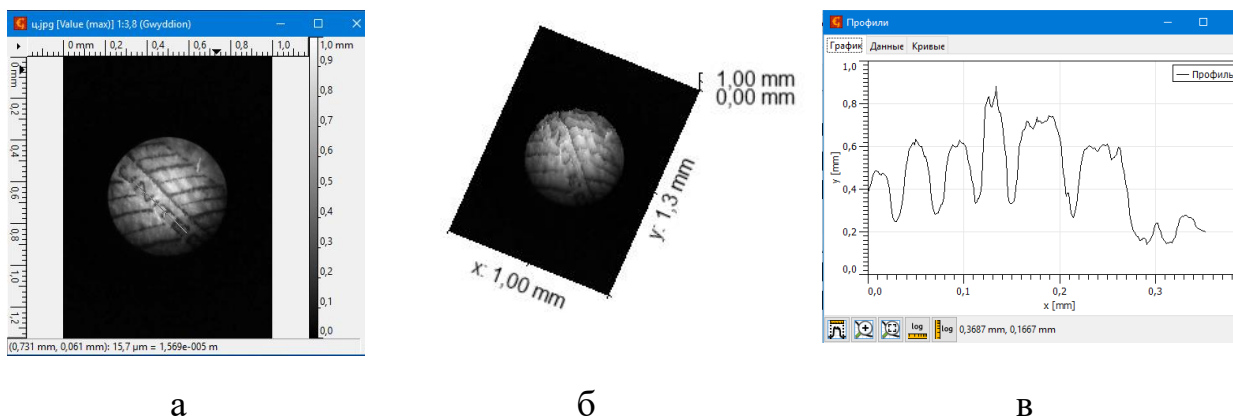


Рисунок 4.23 – Знімки мікротексту зображення в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

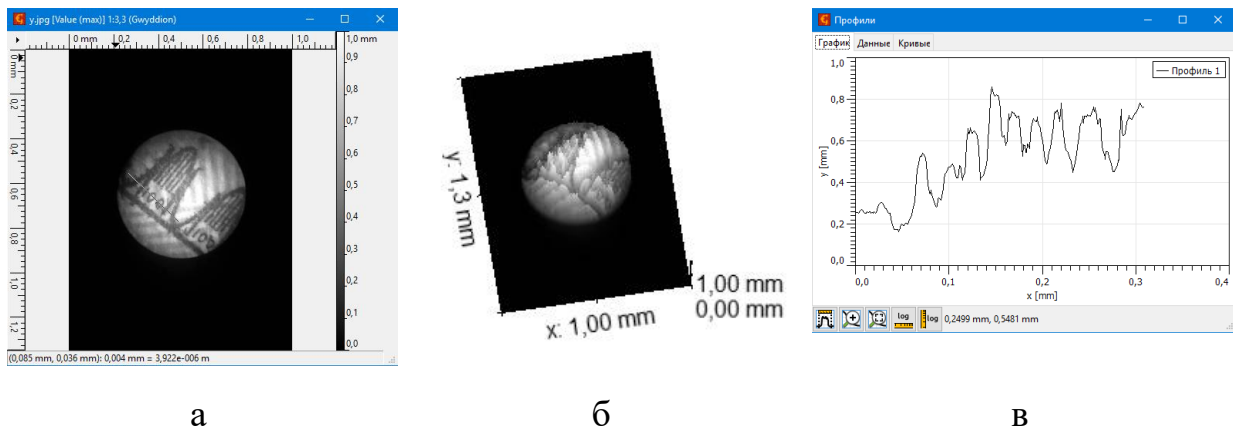


Рисунок 4.24 – Знімки мікротексту зображення в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

#### 4.1.3.2 Дослідження частково звнуреної стрічки купюри номіналом 100 доларів

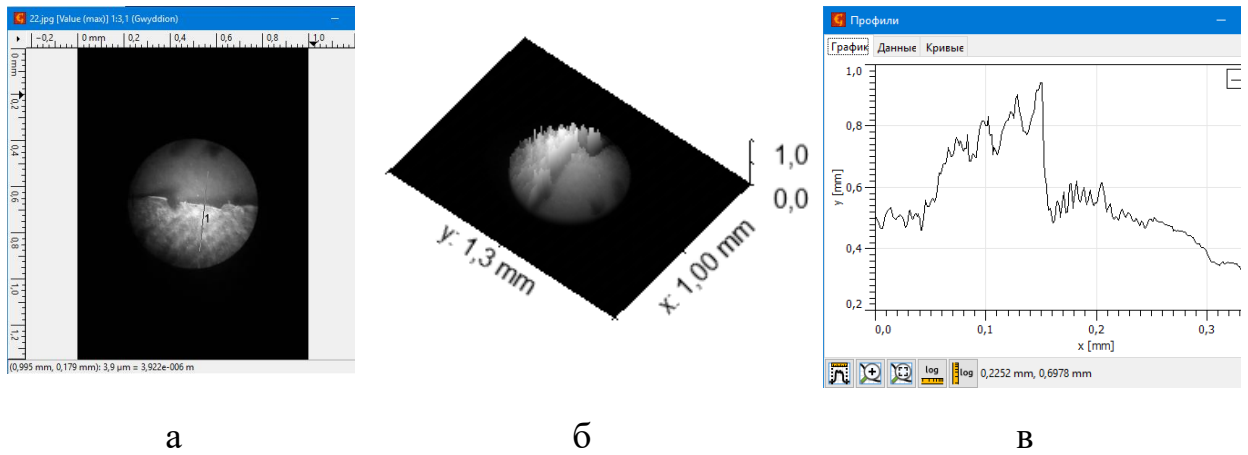


Рисунок 4.25 – Знімки частково зануреної захисної стрічки в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грива профілю

Вимірюємо висоту перепаду в місці де стрічка занурюється в бумагу

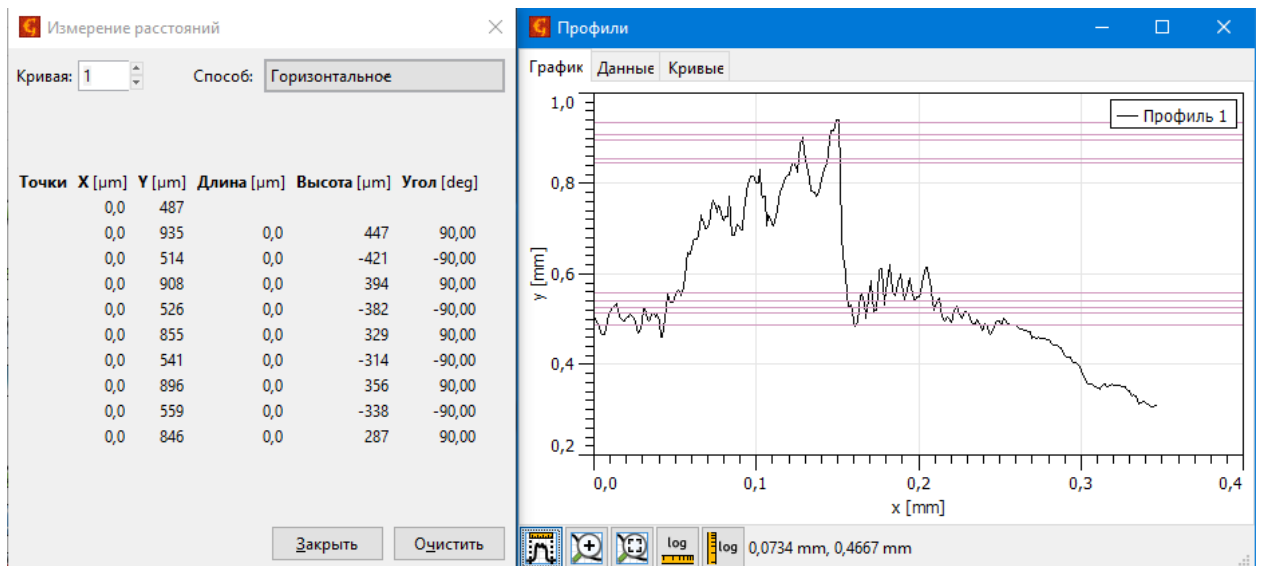


Рисунок 4.26– Вимірювання висоти перепаду

Результати вимірювання занесено до таблиці 4.12.

Таблиця 4.12– Результати вимірювання висоти перепаду

№ вим.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розмір, мкм	447	394	329	356	287	385	341	421	266	268
№ вим.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Розмір, МКМ	354	396	416	347	297	403	372	364	391	299
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Розраховуємо за формулою 2 середнє квадратичне відхилення середнього арифметичного, що дорівнює  $\sigma_1 = 51,04$  мкм.

#### 4.1.3.3 Мікрориски та мікрОВОлокно

По всій площині бумажі розміщені волокна синього кольору, виміряємо їх геометричний розмір, а саме, ширину.

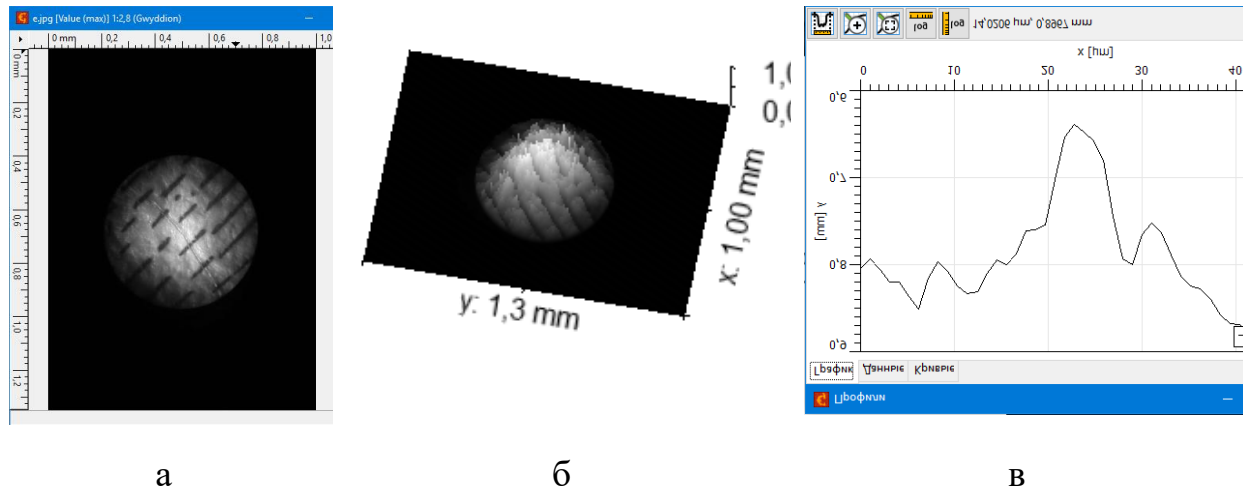


Рисунок 4.27 – Знімки мікрорисок і мікрОВОлокна в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грава профілю

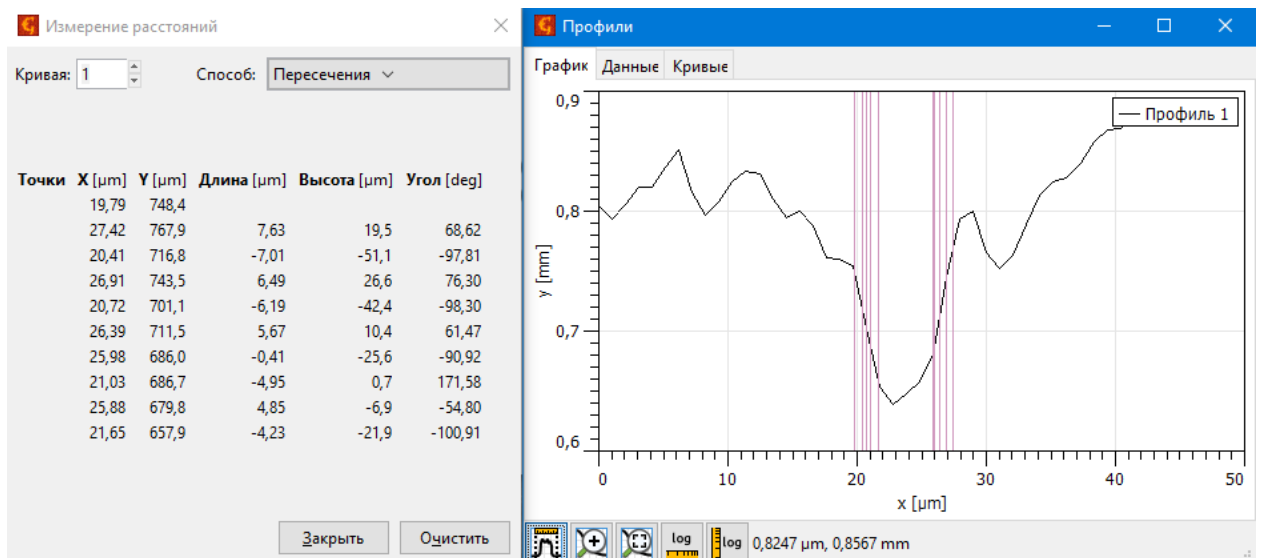


Рисунок 4.28 – Вимірювання ширини мікрОВОлокна, 100 доларів США  
 Результати вимірювання занесено до таблиці 4.13.

Таблиця 4.13– Результати вимірювання висоти перепаду

№ вим.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розмір, мкм	7,63	6,49	5,67	4,95	4,95	4,99	5,89	5,23	5,97	4,89
№ вим.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розмір, мкм	6,45	6,58	7,45	7,22	6,19	6,66	4,65	5,18	7,12	7,36

Розраховуємо за формулою 2 середнє квадратичне відхилення.

$$\sigma_1 = 0,95 \text{ мкм.}$$

#### 4.1.3.4 Рель'єфна частина купюри номіналом 100 доларів

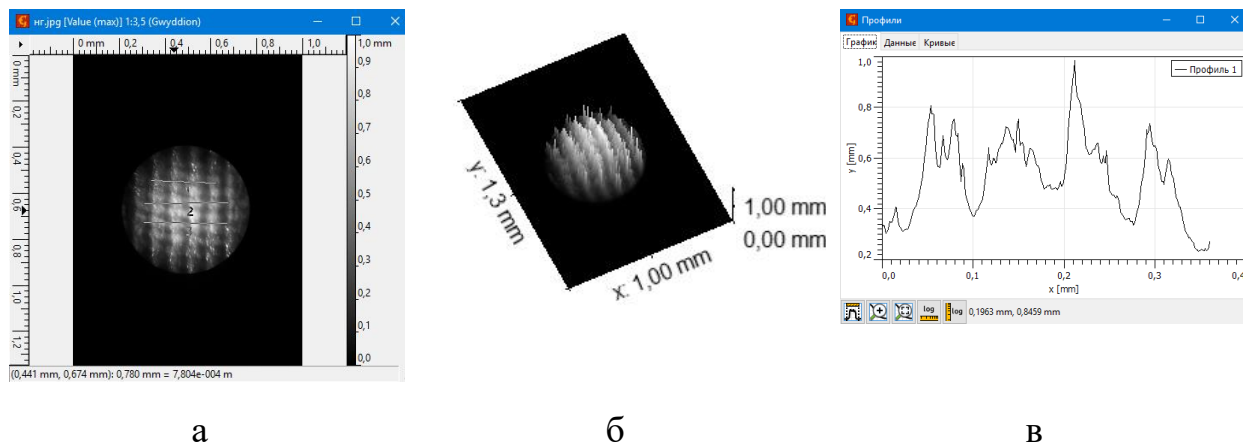


Рисунок 4.29 – Знімки рель'єфної частини в програмі Gwyddion:

- а) знімок з вибраним профілем; б) тривимірне зображення випромінювання; в) грива профілю

Виміряємо глибину рель'єфу, рисунок 4.30

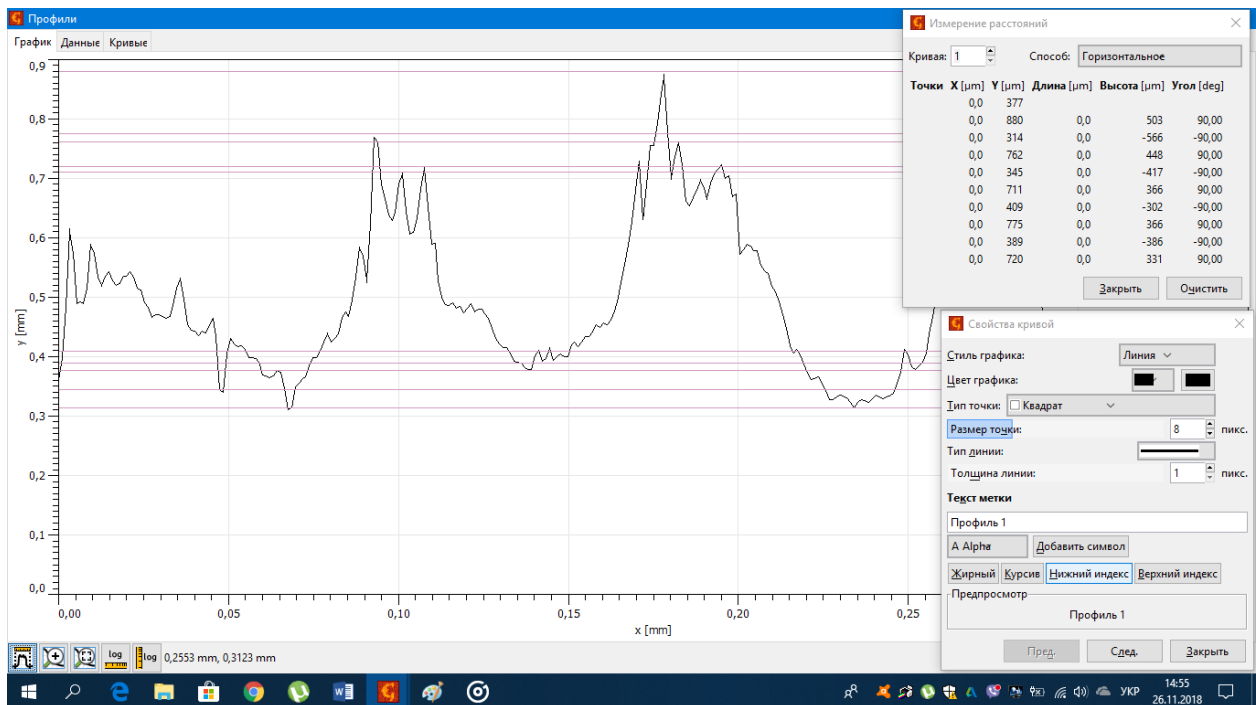


Рисунок 4.30 – Результати вимірювання глибини рель'єфу

Таких вимірювань було проведено 20, їх результати занесено до таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 – Результати вимірювання глибини рель'єфу

№ вим.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розмір, мкм	503	448	366	366	331	458	446	432	500	398
№ вим.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розмір, мкм	425	501	399	371	328	346	397	487	456	387

Розраховуємо за формулою 2 середнє квадратичне відхилення

$$\sigma_1 = 55,31 \text{ мкм}$$

## 4.2 Дослідження елементів захисту купюр з використанням камери Canon 1100D

### 4.2.1 Дослідження купюри номіналом 500 гривень зразка 2015 року

Отримані зображення з оптико-електронної вимірювальної системи на базі камери Canon 1100D (рисунок 4.31) оброблені в програмі Gwyddion та отримані їх об'ємні зображення.

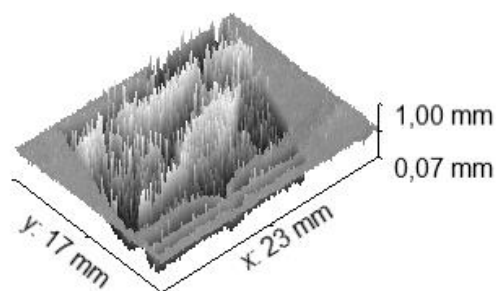


Рисунок 4.31– Зображення купюри номіналом 500 гривень отримане з використанням камери Canon 1100D

З отриманого знімку виділено обрані елементи захисту купюри, що зображені на рисунках 4.32, 4.34. Перший, елемент Spark, зображений на рисунку 4.32,



а



б

Рисунок 4.32 – Зображення елемента Spark купюри номіналом 500 гривень отримане з використанням камери Canon 1100D: а) знімок елемента; б) тривимірне зображення випромінювання

З огляду рисунків видно, що з використанням камери Canon можна дослідити захисний елемент в цілому вигляді. З отриманих зображень елемента Spark отримана крива профілю зображена на рисунку 4.33.



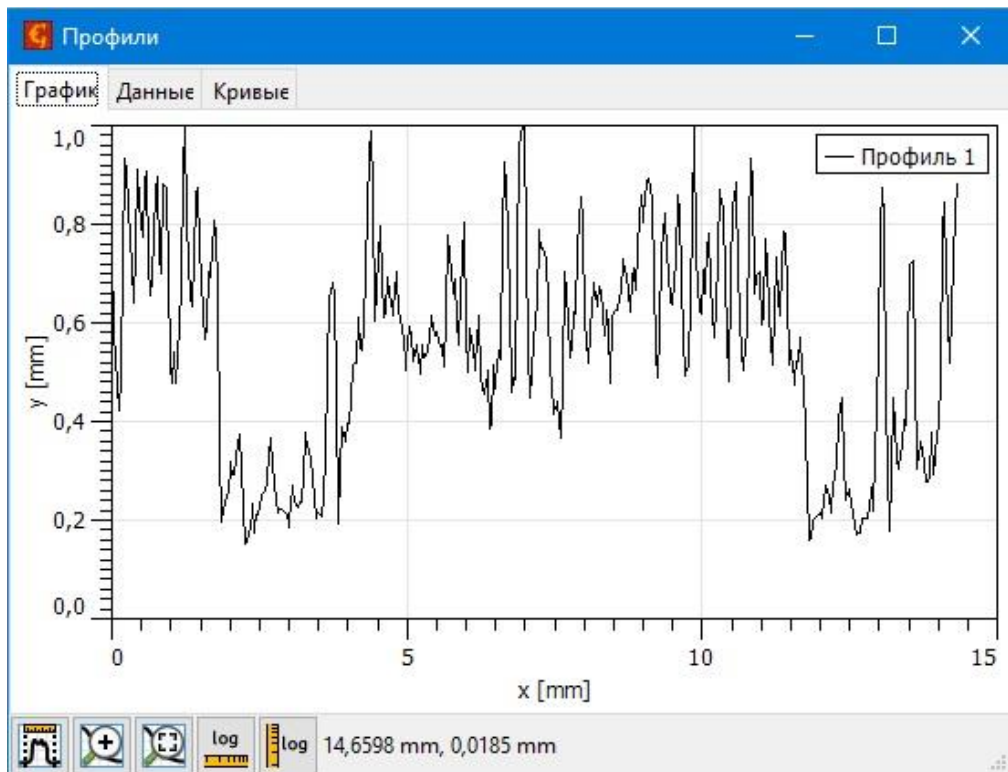
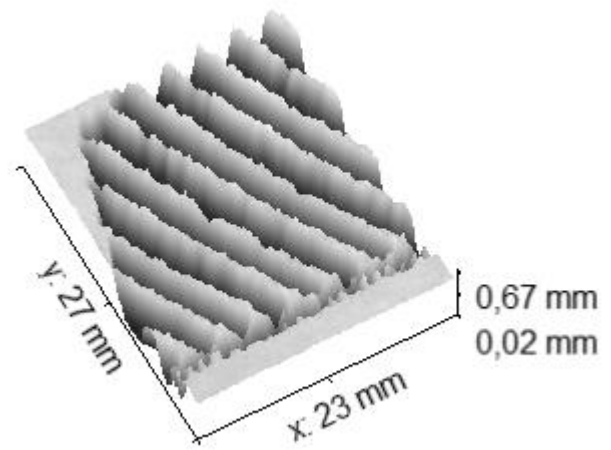


Рисунок 4.33 – Крива профілю випромінювання елменту Spark номіналом 500 гривень зразка 2014 року

Так, як цей елемент є досить неоднорідним та зі зміною куту зору, змінюється його випромінювання, отже досліджувати його вкрай складно та потребує багато часу. Тому для порівняння показників отриманих способом дослідження з використанням телевізійної камери NOVUS та цифрової камери Canon вибираємо наступний елемент захисту – рель’єфний елемент, тому, що можливо чітко виміряти геометричні розміри його випромінювання. Обрана частина купюри та її тривимірне зображення показано на рисунку 4.34.



а



б

Рисунок 4.34 – Зображення рель'єфного елемента купюри номіналом 500 гривень отримане з використанням камери Canon 1100D: а) знімок елемента; б) тривимірне зображення випромінювання

З отриманого тривимірного зображення виділяємо профіль та отримуємо криву, що показує товщину та ширину шару фарби, якою нанесено це зображення.



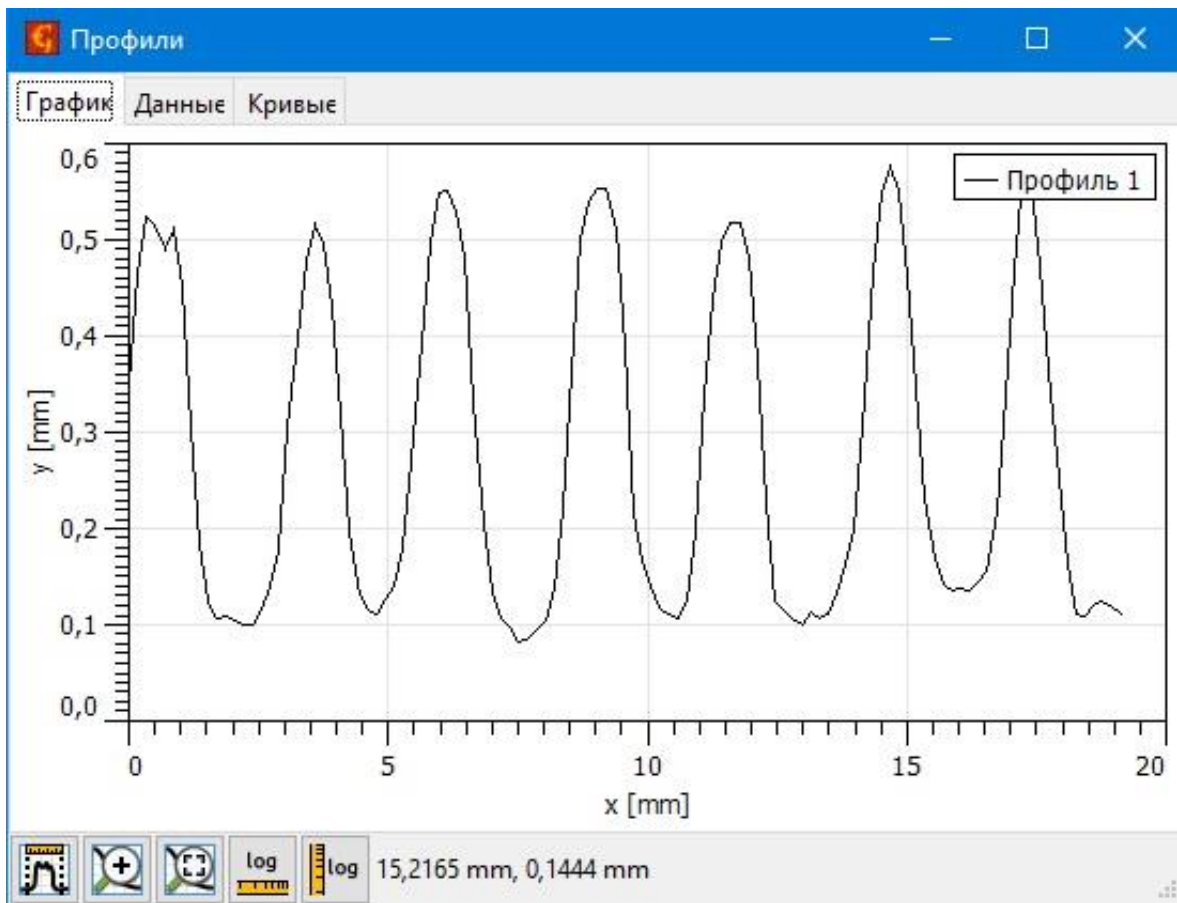


Рисунок 4.35 – Крива профілю випромінювання рель'єфного елемента номіналом 500 гривень

Виміряємо ширину полос та висоту їх випромінювання як показано на рисунку і заносимо результати вимірювання в таблицю 4.15.

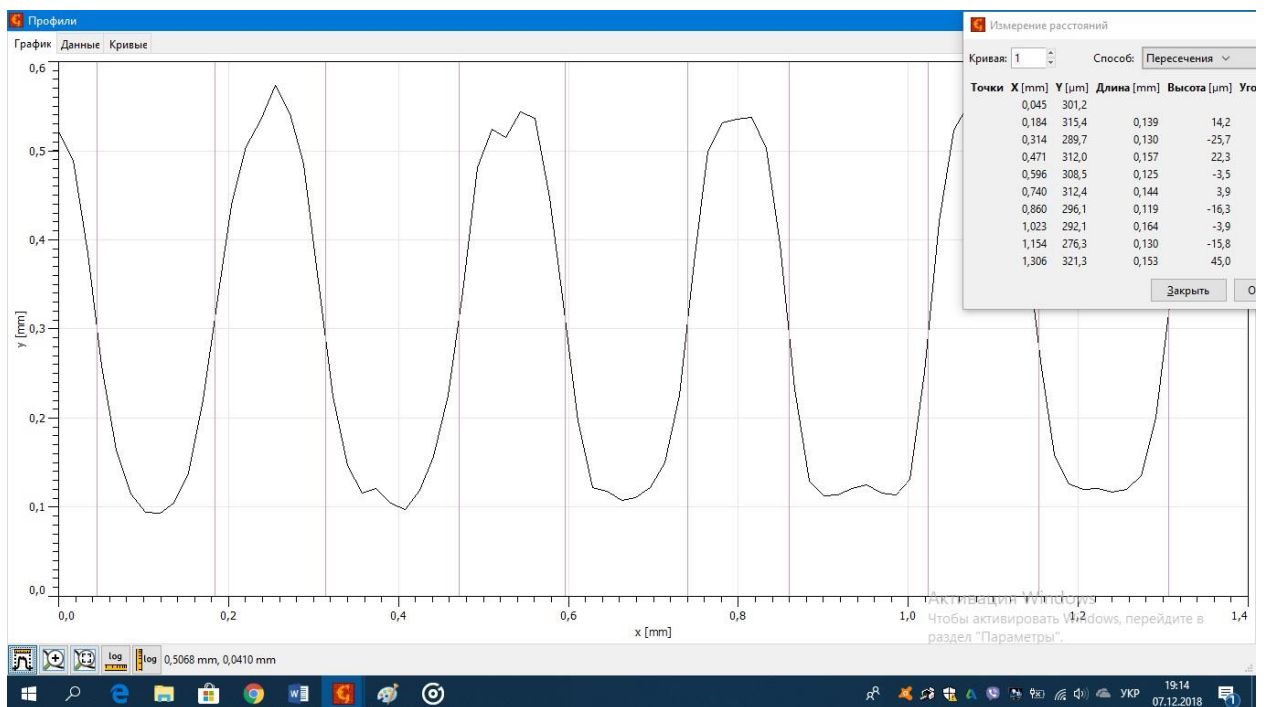


Рисунок 4.36 – Вимірювання ширини полос, 500 грн., 2015р.

Таблиця 4.15 – Результати вимірювання ширини штрихів

№ кривої	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розмір, мкм	139	157	144	164	153	147	156	142	155	138
№ кривої	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розмір, мкм	166	159	157	162	148	156	145	147	152	153

Для визначення точності вимірювання розраховуємо середнє квадратичне відхилення від середнього арифметичного. Для цього розраховуємо середнє арифметичне за формулою 4.3.

$$M = 151,76 \text{ мкм}$$

Далі формулою 4.2 розраховуємо середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = 7,71 \text{ мкм}$$

Таких вимірювань проводили з двадцятьма різними купюрами номіналом 500 гривень зразка 2015 року. Результати розрахунків заносимо до таблиці.

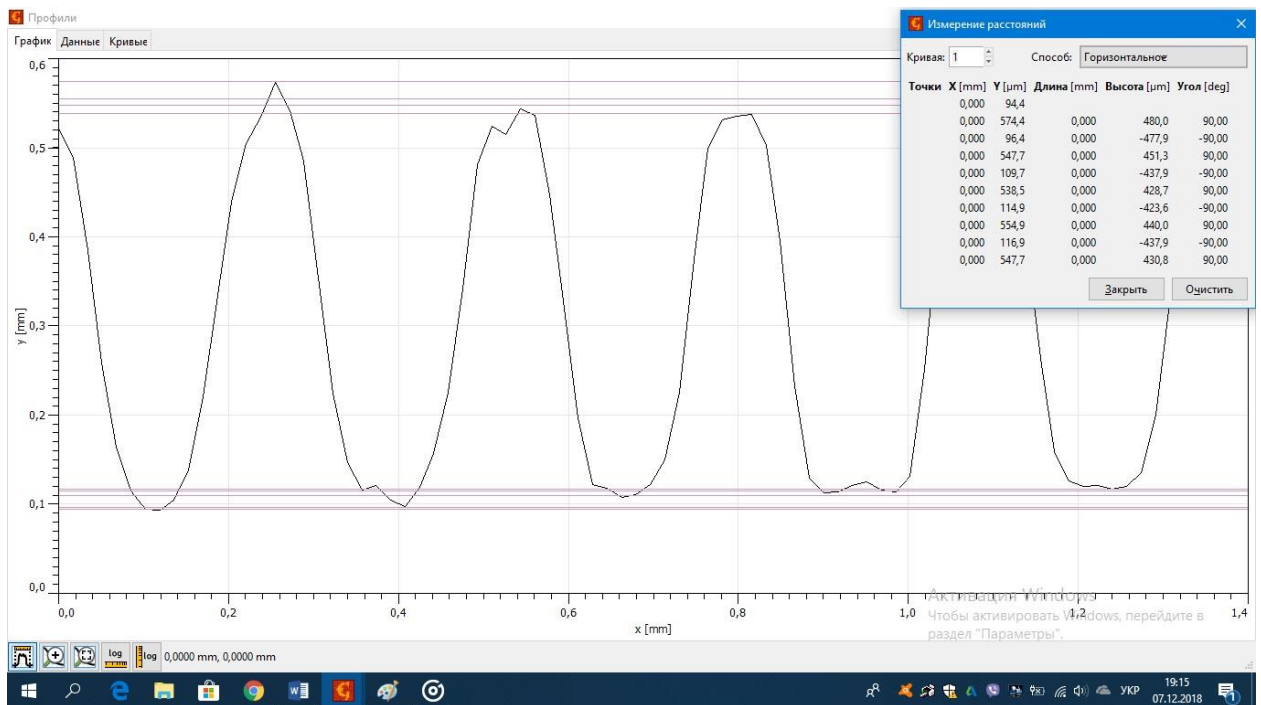


Рисунок 4.37 – Вимірювання висоти випромінювання елемента

Таблиця 4.16 – Результати вимірювання висоти випромінювання 1-го елемента

№ кривої	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розмір, мкм	480	451	428	440	438	452	439	444	462	459
№ кривої	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розмір, мкм	462	439	452	462	465	454	450	466	461	448

Розраховуємо середнє квадратичне відхилення від середнього арифметичного за формулою 4.2.

$$\sigma = 12.07 \text{ мкм}$$

Таких вимірювань проводили з двадцятьма купюрами номіналом 500 гривень зразка 2015 року. Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – Порівняння результатів вимірювання при дослідженні з камерами NOVUS та Canon

	Canon	NOVUS
Середнє квадратичне відхилення, мкм	12,07	7,815
Точність вимірювання, мкм	452,6 ± 7,39	468,4 ± 3.65

### 4.3 Висновки до розділу

Точність вимірювання геометричних розмірів купюр дорівнює 468,4 ± 3.65 мкм за умови що ОЕВС побудована з камерою Novus 130BH та 452,6 ± 7,39 за умови що ОЕВС побудована з камерою Canon 1100D.

## 5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «СТЕНД ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАХИСНИХ ЗНАКІВ КУПЮР»

### 5.1 Опис ідеї проекту

Розглянувши в попередніх розділах способи дослідження справжності купюр, а саме, вивчення властивостей захисних знаків купюр та визначення експериментальним шляхом їх справжність, провівши огляд існуючих методів та засобів перевірки справжності купюр можна зробити висновок що поданий нами спосіб може бути корисним для різних фінансових установ. В цьому розділі буде проведено аналіз стартап проекту по дослідженню властивостей захисних знаків купюр.

Ідея проекту полягає в розробленні стенду для дослідження властивостей захисних знаків паперових грошей.

У таблиці 5.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 5.1. Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробити стенд для дослідження купюр, дослідити елементи захисту купюр і визначити справжність обраних грошей	Національний банк	Можливість винайти нові елементи захисту
	Інші фінансові установи	Визначення справжності купюр

Пропонується спосіб визначення справжності купюр за допомогою оптико-електронної вимірювальної системи

Далі проводимо аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

– визначаємо перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;

– визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;

– проводимо порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкуренти			
1.	Вартість програмного забезпечення	Безкоштовно	500-1000 грн	+	+	-
2.	Вартість технічного забезпечення	3000-8000 грн	10000-15000	+	+	-
3	Надійність...	3 роки	1 рік	-		+
4	Визнана марка	Не існує	Не існує	-	+	
5	Затрати на виробництво	Низькі	Середні	+	-	-

Порівнявши свій проект з проектами конкурентів було визначено перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару що є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

## 5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Спосіб більш точного визначення справжності купюр	Застосування мікроскопу та професійної камери для мікроскопу	наявна	недоступна
		Застосування мікроскопу та телевізійної камери	наявна	доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: мікроскоп та телевізійна камера				

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок що наш проект полягає в розробці способу визначення справжності купюр за допомогою оптико-електронної системи на базі мікроскопу, телевізійної камери та спеціального програмного забезпечення. Цей спосіб може бути використаний для будь якої купюри, будь якої держави.

### 5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Це дозволяє передбачити можливі проблеми з виходом на ринок, пошуком ключових клієнтів.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 5.4).

Таблиця 5.1. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	5000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Динаміка ринку спадає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Формування єдиної системи показників якості продукції
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	45%

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 5.5).

Таблиця 5.2. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Спрощення виробничого процесу	Фінансові установи	Немає	- Простота роботи - Доступність

При застосуванні даної технології існують певні загрози. (таблиця 5.6).

Таблиця 5.3. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Попит	зростає	Необхідність цих продуктів
2.	Наявність конкурентів	Втрата клієнтів; втрата прибутку	Дослідження продукту конкурента
3.	Технічні проблеми	Несправність технічного обладнання	Ремонт або заміна обладнання

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 5.7).

Таблиця 5.4. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Науково-технічні	Зміниться програмне забезпечення	Необхідно проводити тренінги по освоєнню нових бібліотек чи систем
2.	Економічні	Підтримка інноваційного виробництва	Підвищення/зниження ціни на продукт
3.	Політико-правові	Можуть вплинути на куплю/продажу товару	Зміна прав власності

Таблиця 5.5. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Рівень конкурентної боротьби	Національний	Доопрацювання методів визначення справжності купюр
За галузевою ознакою	Міжгалузева	Розширення ринку

За характером конкурентних переваг	Нецінова	Вдосконалення продукту
------------------------------------	----------	------------------------

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 5.6. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Присутні конкуренти	Серед потенційних лише іноземні	Постачальником і є наша фірма	Фінансові установи	Детектори валют
Висновки:	Вдосконалення продукту	-	-	Покращення якості товару	Детектори не можуть виявити суперфальшивки

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 5.7. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Вдосконалення методів	Вимірювання будь яких елементів
2	Ціна	Відносно низька вартість на товар
3	Впровадження нової технології	Застосування кращої камери

Таблиця 5.8. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

«DUST\_METER»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з METER Company							
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
1	Наявність патентів	16	+							
2	Велика кількість постачальників	15				+				
3	Висока якість	17	+							
4	Технічна підтримка	19		+						
5.	Ціна	14							+	



З таблиць 5.10 та 5.11 бачимо, що фактори конкурентоспроможності суттєві та мають великий позитивний внесок при впровадженні нового програмного забезпечення для розрахунку концентрації пилу. Основною перевагою та головним досягненням є висока якість продукту та технічна підтримка на протязі всього терміну його використання споживачем.

Таблиця 5.9. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Висока надійність обладнання	Слабкі сторони: Необхідність мати еталон грошей
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Збільшення продаж;</li> <li>2. Отримання державних замовлень на отримання послуг;</li> <li>3. Розширення ринку за рахунок іноземних замовників;</li> <li>4. Зменшення податкового тиску, отримання тендерів на послуги.</li> </ol> <p>Сильні сторони: Простота роботи Можливості: Зацікавленість клієнтів та покращення продукту через відгуки</p>	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цінова конкуренція в зв'язку з появою нових гравців на ринку.</li> <li>2. Різка зміна курсу гривні може привести до зменшення попиту, особливо з боку малих фірм.</li> <li>3. Політичні та економічні ризики ведення бізнесу;</li> <li>4. Втрата потенційних клієнтів через недостатню технічну підтримку;</li> <li>5. Зменшення продажів через несвоєчасне виконання замовлень.</li> </ol>

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової

Таблиця 5.10. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	Висока	1,5 року
2	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	Висока	0,5 року
3	Стратегія виходу з ринку	Низька	-

З зазначених альтернатив обираємо стратегію компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями.

#### 5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 5.11. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові компанії	20%	10%	10%	20%
2	Банки	80%	75%	80%	85%
3	Інші фінансові установи	60%	55%	60%	60%
Які цільові групи обрано: Під час аналізу потенційних груп споживачів було прийнято рішення що компанія буде працювати із банками					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів ми обрали цільові групи

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувавши базову стратегію розвитку.

Таблиця 5.12. Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Обмежене зростання	Інтенсивний розподіл	Високий рівень розвитку компанії,	Адаптація до умов підвищеної динамічності зовнішнього та внутрішнього середовища
2	Розширення	Вибірковий розподіл	Значне щорічне підвищення рівня короткотермінових і довготермінових цілей над рівнем минулого року	Стратегія виживання

3	Комбінована стратегія		Використання альтернатив декількох стратегій	Стратегія розвитку
---	-----------------------	--	--	--------------------

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.16).

Таблиця 5.13. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Так	Шукати нових	ні	Впровадження нових технологій

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціонування яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект

Таблиця 5.14. Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Надійність	Виробництво високоякісної продукції	Якість продукції досягається завдяки правильно підібраній технології розроблення і виробництва	Якість матеріалу Кваліфіковані ІТ-програмісти Висока точність обробки

Результатом даного підрозділу є система рішень щодо ринкової поведінки компанії, вона визначає в якому напрямі буде працювати компанія на ринку

## 5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 5.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.15. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Зручність у користуванні;	Комфорт та додаткові можливості для людей з вадами	Пульт з системою автоматичної зарядки
2	Економія часу та зусиль;	Управління технологіями в одне натискання кнопки	Локалізація пультів через систему оповіщення

Таблиця 5.16. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом			
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Довговічність (немає строку давності)	М	Тх
	1. Простота	Нм	Ор
	2. Надійність	Нм	Е
	Якість: відповідає потребам банків		
Пакування: програмне забезпечення записане на компакт диск.			
Марка: NOVUS			
III. Товар із підкріпленням	До продажу споживачу надається комплект обладнання та програмне забезпечення		
	Після продажу програмне забезпечення оновлюється, та проводимо заміну складових обладнання у разі поломки		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патенти, статті			

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 5.20).

Таблиця 5.17. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	Нижчий	Практично однаковий	Нижчий	Регулюється популярністю бренду/ конкуренцією серед аналогів/якості/ попитом на ринку

Таблиця 5.18. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Собівартість	Моніторинг цін, встановлення середньої вартості	80%	1

Таблиця 5.19. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1		Потреба	Повсякденні потреби, комфорт	Моніторинг потреб споживача через здійснення популярних покупок	Виявлення потреби і її вирішення

Результатом даного підпункту є ринкова програма яка включає концепцію збуту, просування, аналіз ціноутворення, вона залежить від цінностей та потреб потенційних клієнтів, переваги ідеї, стан ринку на якому буде впроваджено проект на даний момент та його динаміку, та відповідну обрану альтернативу поведінки на ринку.

### 5.6 Висновки до розділу

Узагальнюючи проведений аналіз стартап проекту можна зробити висновок що у проекті є хороша можливість ринкової комерціалізації, а саме у фінансових установах та банках. З точки зору рентабельності проект обіцяє бути прибутковим. На ринку присутні аналоги продукту, але на даний час підробки купюр зустрічаються дуже високоякісні і звичайні детектори розпізнати їх не вміє. Але все ж на даний момент наш продукт є конкурентоспроможним.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В магістерській дисертації було виконано аналітичний огляд властивостей та технологій виготовлення захисних знаків купюр. Розглянуто методи виготовлення паперу, нанесення фарби та захисних стрічок. Розроблено структурну схему системи вимірювання дослідження захисних знаків купюр. Спроектовано оптико-електронну вимірювальну систему, що складається з оптичного мікроскопу типу Біолам, двох камер (телевізійна камера NOVUS 130BH та цифрова фотокамера Canon 1100D) та системи освітлення з світлодіодною лампою, так як, саме при такому освітленні досягається найбільша роздільна здатність. Проведено налаштування системи, що дозволило отримати зображення обраних елементів захисту купюр української гривні номіналами 100 гривень зразка 2014 року та 500 гривень зразка 2015 року та 100 доларів США. У гривнях обрані елементи захисту такі як, елемент Spark, рель'єфне зображення, мікротекст, латентне зображення та захисна частково занурена в товщину паперу та повністю занурена стрічка. У доларах США обрані такі елементи захисту як, мікротекст, рель'єфні елементи, частково занурена стрічка. Отримані за допомогою ОЕВС зображення елементів захисту купюр оброблені в спеціальному програмному забезпеченні Gwyddion та отримані тривимірні зображення цих елементів, за якими було проаналізовано їх особливості і визначено при яких умовах купюру можна вважати підробленою. Це було досягнуто таким чином: отримавши тривимірні зображення дозволило нам оцінити за їх випромінюванням кожен елемент. Таких купюр було обрано двадцять кожного номіналу. Обробивши в програмі зі зображення було отримано криві профілю елементів захисту, що дозволило виміряти геометричні розміри ширини окремих елементів та товщини шару фарб і порівняти їх з іншими купюрами. У всіх купюрах показники розмірів повинні бути однаковими, так як кожна купюра друкується за спеціальними шаблонами і високотехнологічними методами розглянутими в першому розділі дисертації. Тому отримані значення можна вважати еталоном, і якщо значення вимірювань будь-якої іншої купюри будуть відрізнятися від еталону, то цю купюру можна вважати підробкою.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воробей О.В., Мельников І.М., Волошин О.Г. В 75 Техніко-криміналістичне дослідження документів. Навчально-методичний посібник – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 304 с.
2. Воробей О.В. Криміналістичне дослідження паперових грошей: Посібник. - К.: НАВСУ, 2003. - 180 с.2.
3. Воробей О.В. Особливості підробки сучасних паперових грошей України // Право і суспільство: актуальні проблеми взаємодії: Матеріали Четвертої щорічної міжнародної науково-практичної конференції. - Вінниця: Вінницький інститут МАУП, 2003. -С. 65-69.
4. БАНКИ E-COMMERCEFINTECH [Електрон. ресурс]: Как изготавливают деньги в Украине: ТОП-5 интересных фактов с фото – Режим доступа: <https://lawbook.online/osnovyi-kriminalistiki/kriminalistichne-doslidjennya-sposobiv-70182.html>
5. LawBook.online [Електрон. ресурс]: Криміналістичне дослідження способів підробки паперових грошей – Режим доступа: <https://psm7.com/articles/kak-izgotavlivayut-dengi-v-ukraine-5-faktov.html>
6. Ebooktime [Електрон. ресурс]: Экспертиза паперових грошей – Режим доступа: [http://ebooktime.net/book\\_50\\_glava\\_20\\_4.3.\\_Oцiнка\\_vapтoc.html](http://ebooktime.net/book_50_glava_20_4.3._Oцiнка_vapтoc.html)
7. Маркіна О.М. Вдосконалення телевізійної вимірювальної системи для визначення геометричних розмірів топологічних елементів типу шкал та сіток : дисертація кандидата техн. наук: 05.11.01/ Маркіна Ольга Миколаївна. – К., 2015. – 132с.
8. Маркіна О. М. Вплив поверхні об'єкта на вимірювання геометричних розмірів цифровою оптичною мікроскопією [Текст] / О. М. Маркіна, О. І. Сингаївська, В. П. Маслов, Н. В. Качур // Восточноевропейский журн. передовых технологий. – 2014. том 6/5 (72). – С. 59-64.
9. Маркіна О. М. Вимірювання лінійних розмірів за допомогою телевізійних інформаційно-вимірювальних систем [Текст] / О. М.

- Маркіна, В. А. Порєв, Ю. А. Агінський // Восточно-европейский журн. передовых технологий. – 2013. – №2/10 (62). – С. 59-62.
10. Teleshevsky V. I. The Methods of Heterodyne Laser Interferometry for Nano and Micro Dimensional Measurements [Text] / V. I. Teleshevsky // Progress in Precision Engineering and Nanotechnology. Proc. of the 9th International Precision Engineering Seminar and 4th International Conference on Ultraprecision in Manufacturing Engineering, Braunschweig, Germany. – 1997. – Vol.1. – P. 71-74.
  11. Panteleev V. G. Computer microscopy [Text] / V. G. Panteleev, O. V. Egorova, E. I. Klykova. – Moscow : Technosphaera, 2005.
  12. Порєв Г. В. Підвищення точності вимірювання геометричних параметрів зони розплаву в умовах мікрогравітації [Текст] / Г. В. Порєв, Ю. І. Якименко // Тези доповіді третьої української конференції по перспективним космічним дослідженням. – Кацівелі: НКАУ. – 2003. – С. 69.
  13. Патент №95615, Україна. МПК (2006.01) G01N 15/10. Спосіб визначення геометричних розмірів мікромасштабних прозорих об'єктів [Текст] / О. М. Маркіна, Н. В. Качур, В. П. Маслов, заявники Маркіна О. М. Качур Н. В., Маслов В. П. – № у 2014 08497, подано 25.07.2014; опубл. 25.12.2014, Бюл. № 24. – 4 с.
  14. Деньги–Теория денег [Електрон. ресурс]: Экспертная проверка банкнот– Режим доступа: <http://pravo.studio/teoriya-deneg/ekspertnaya-proverka-banknot-27945.html>
  15. Cassida moving money forward [Електрон. ресурс]: Cassida – профессиональная техника для обработки наличности – Режим доступа: <https://www.cassida.com.ua/>
  16. Cassida moving money forward [Електрон. ресурс]: Детектор Валют Cassida UNO Series – Режим доступа: <https://www.cassida.com.ua/product/cassida-uno-plus/>

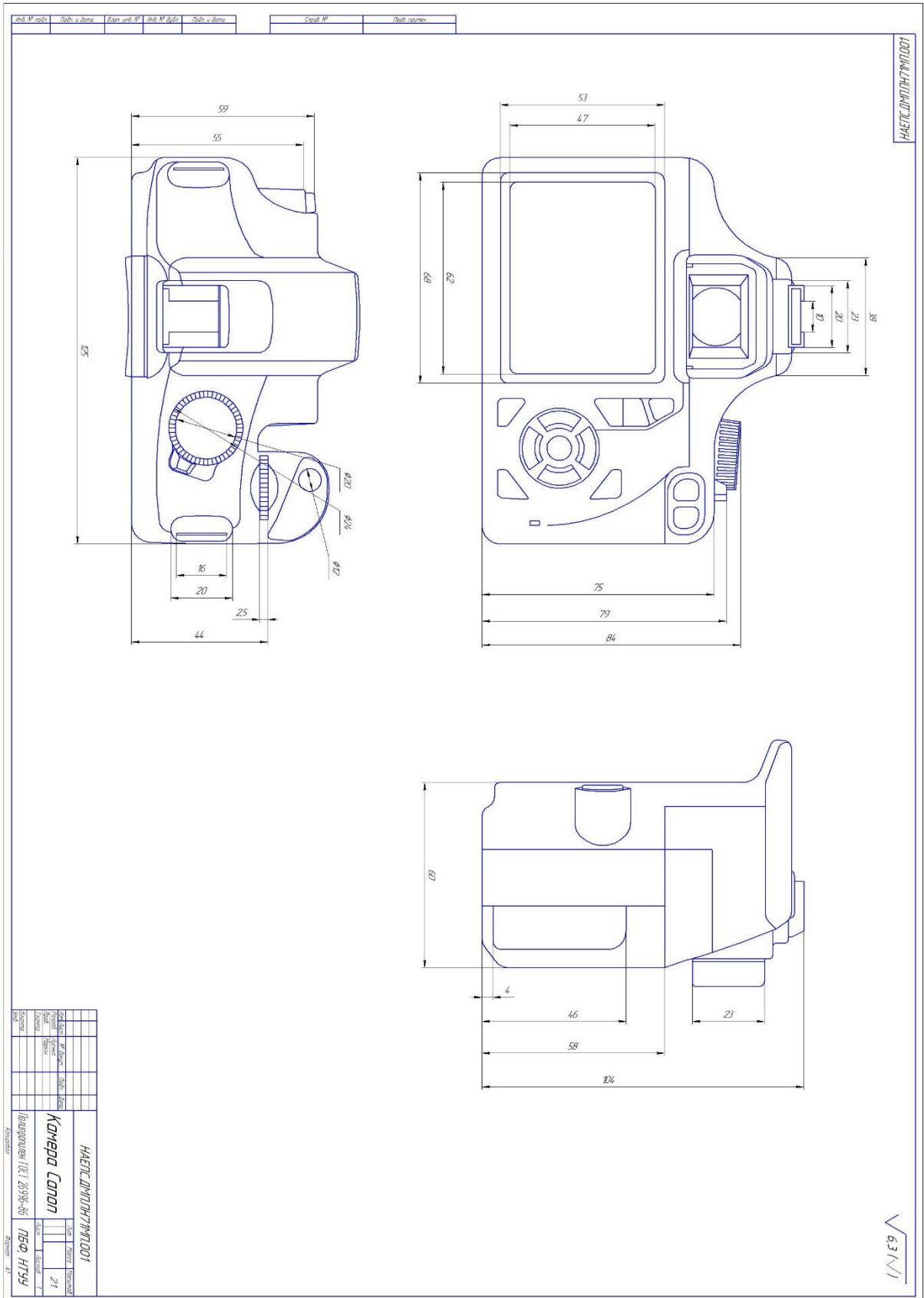


17. Cassida moving money forward [Електрон. ресурс]: Cassida 6650 с расширенным набором функций – Режим доступа: <https://www.cassida.com.ua/product/cassida-6650-series/>
18. Элементы защиты банкнот [Електрон. ресурс]: Национальный банк Украины. – Режим доступа: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat\\_id=79053](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=79053)
19. Банкнота номиналом 100 гривень зразка 2014 року [Електрон. ресурс]: Национальный банк Украины. – Режим доступа: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=15204012>
20. Банкнота номиналом 500 гривень зразка 2015 року [Електрон. ресурс]: Национальный банк Украины. – Режим доступа: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=27281819>
21. Загальний опис банкнот [Електрон. ресурс]: Национальный банк Украины. – Режим доступа: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat\\_id=79053](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=79053)
22. Признаки подленности и признаки платежности гривны [Електрон. ресурс]: Деньги. – Режим доступа: [http://dengi.ua/clauses/44939\\_Priznaki\\_podlinnosti\\_i\\_priznaki\\_platezhnosti\\_grivnyu.html](http://dengi.ua/clauses/44939_Priznaki_podlinnosti_i_priznaki_platezhnosti_grivnyu.html)
23. Ceneo [Електрон. ресурс]: Novus NVC – Режим доступа: <https://image.ceneostatic.pl/data/products/939581/i-novus-nvc-105b-155b-130bh-180bh.jpg>
24. Интернет магазин [Електрон. ресурс]: Объектив 18\_55\_kit\_brown – Режим доступа: [https://i2.rozetka.ua/goods/5029/canon\\_eos\\_1100d\\_18\\_55\\_kit\\_brown\\_images\\_5029055.jpg](https://i2.rozetka.ua/goods/5029/canon_eos_1100d_18_55_kit_brown_images_5029055.jpg)
25. Canon [Електрон. ресурс]: Продукты. – Режим доступа: [https://www.canon.ua/Images/EF-S\\_18-55mm\\_f3.5-5.6\\_IS\\_II\\_Default\\_tcm212-939604.jpg](https://www.canon.ua/Images/EF-S_18-55mm_f3.5-5.6_IS_II_Default_tcm212-939604.jpg)

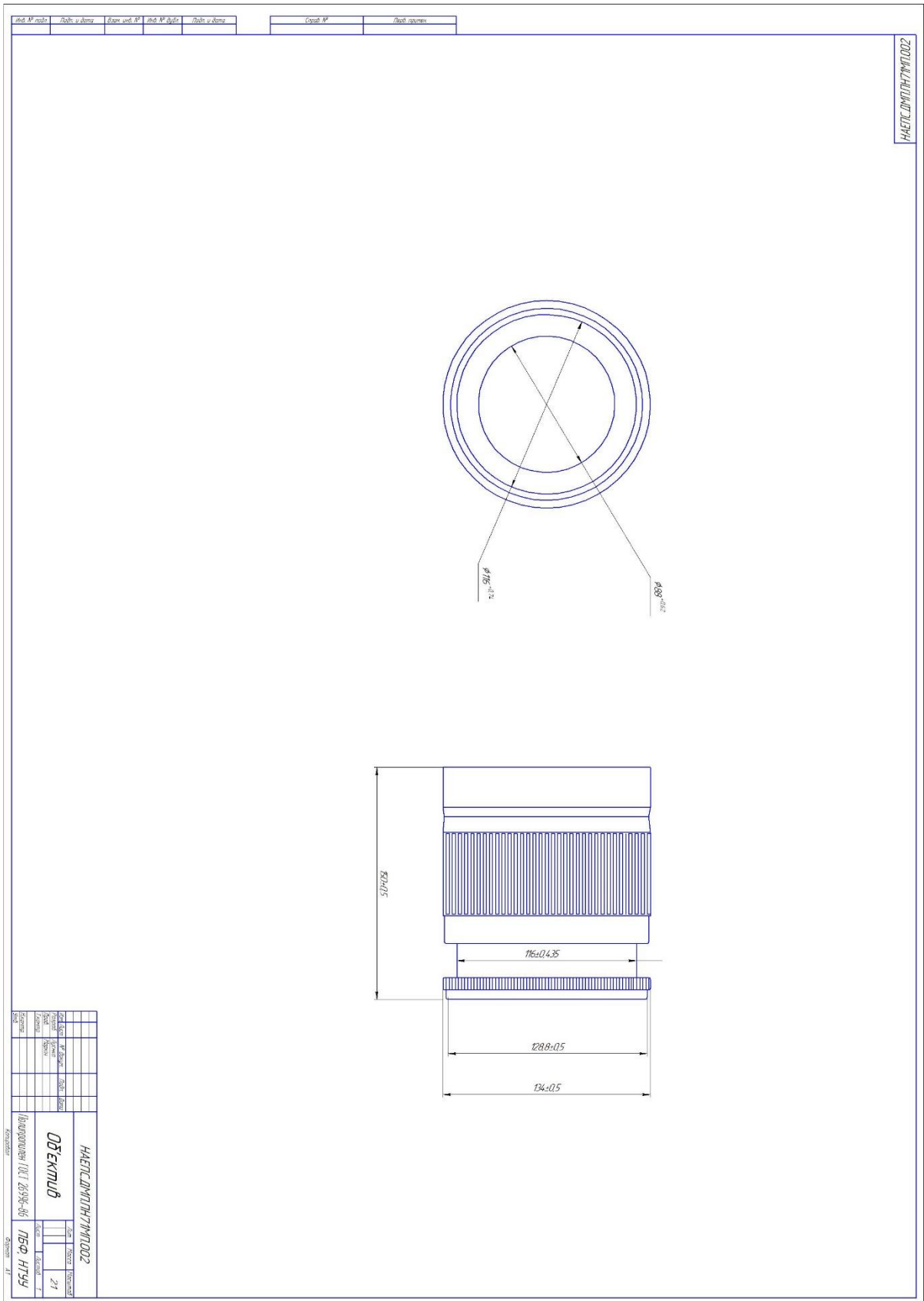
26. Основные признаки подлинности долларов США [Электрон. ресурс]: Banknotes. – Режим доступа: <https://banknotes.com/articles/Основные-признаки-подлинности-долларов-США>
27. Калькулятор справочный портал [Электрон. ресурс]: Доллар США, степени защиты купюр – Режим доступа: <https://www.calc.ru/Stepeni-Zashchity-Dollara-Ssha-Kupyury.html>
28. Nyysonen D. Optical microscope imaging of lines patterned in thick layers with variable edge geometry: theory [Text] / D. Nyysonen, Chris P. Kirk // Journal of the Optical Society of America, 1988. - Vol. 5, Issue 8. - Pp. 1270-1280.
29. Кузин А. Ю. Методы и средства измерений линейных размеров в нанометровом диапазоне [Электрон. ресурс] / Кузин А.Ю., Марютин В.Н., Календин В.В. – Режим доступа: <http://www.microsystems.ru>.
30. Взгляд изнутри: матрицы цифровых камер [Электрон. ресурс] : Электроника для начинающих. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/143169/>.
31. Jürgen Bretschneider Applications for cameras with CMOS-, CCD- and InGaAssensors[Text] / Jürgen Bretschneider AVT, 2014
32. CCD vs. CMOS: Facts and Fiction [Text] / Dave Litwille // DALSA technology with vision
33. Электрообладнання [Электрон. ресурс]: Світлодіодна лампа – Режим доступа: [https://images.ua.prom.st/664903379\\_w0\\_h430\\_cid1958752\\_pid466081528-affd5712.jpg](https://images.ua.prom.st/664903379_w0_h430_cid1958752_pid466081528-affd5712.jpg)
34. Poradu24 [Электрон. ресурс]: Характеристики світлодіодних ламп: опис Режим доступа: <http://poradu24.com/remontu/opalennya/xarakteristiki-svitlodiodnix-lamp-opis.html>
35. Вести [Электрон. ресурс] : Как выглядят новые 100 долларов США. – Режим доступа: [https://cdn-st1.rtr-vesti.ru/p/xw\\_419304.jpg](https://cdn-st1.rtr-vesti.ru/p/xw_419304.jpg)

# ДОДАТКИ

# Додаток А – Креслення камери Canon



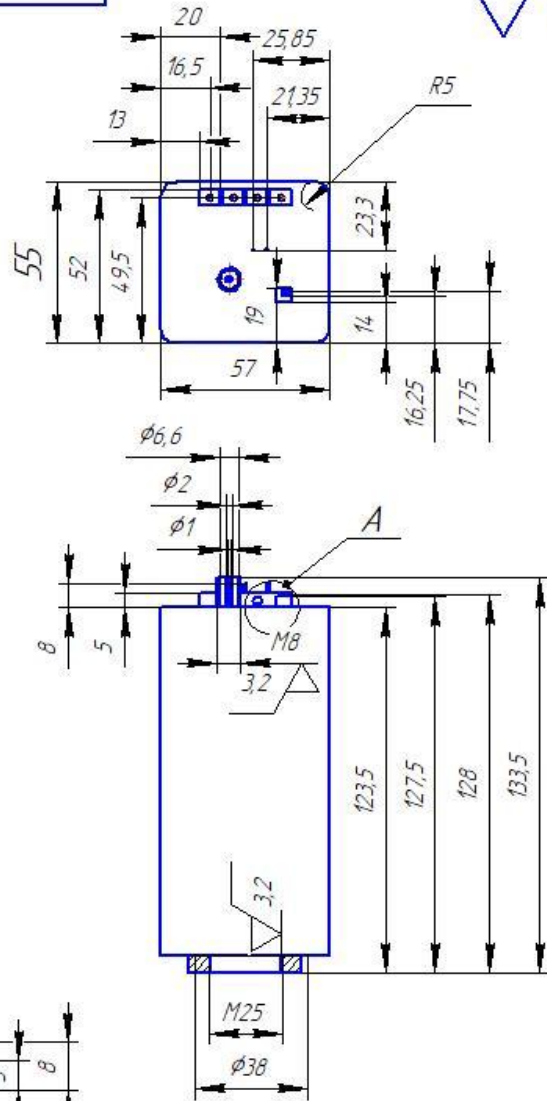
## Додаток Б – Креслення об'єктива камери Canon



## Додаток В – Креслення камери NOVUS

НАЕПС.ДМП.ПН71МП.003

√ 6,3 (√1)



Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	НАЕПС.ДМП.ПН71МП.003					
						Камера					
Инв. № подл.	Н.контр.	Утв.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб	
									0,15	1:1	
								Лист		Листов	1
								Полипропилен ГОСТ 26996-86		ПБФ, НТУУ	
Копировал						Формат А4					

# Додаток Г – Креслення мікроскопу

