

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Навчально-науковий центр заочної форми навчання
(повна назва)

Кафедра Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження впливу типу паперу та чорнил
на якість відтворення візуальної інформації
(тема)

Виконав:
здобувач 2 року навчання
групи КТСВПВзм-24-1

Визуан Роман ЗУЗА
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма
Комп'ютерні технології та системи
видавничо-поліграфічних виробництв

Керівник Андрій ДАШКЕВИЧ
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ

Жанна Дейнеко
(підпис)

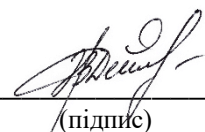
Жанна ДЕЙНЕКО
(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Навчально-науковий центр заочної форми навчання
Кафедра Медіасистеми та технології
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерні технології
та системи видавничо-поліграфічних виробництв
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри МСТ



(підпис)

« 03 » листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Зузі Роману Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження впливу типу паперу та чорнил
на якість відтворення візуальної інформації

затверджена наказом по університету від 03 листопада 2025 р. № 189 Стз

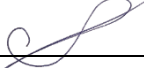
2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 21 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи
Програмне забезпечення – Microsoft Word.
Апаратне забезпечення – персональний комп'ютер, послуги копієцентру.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Аналіз проблеми та постановки задачі дослідження, Аналітичний огляд літератури,
Теоретичні основи впливу типу паперу та чорнил на якість відтворення візуальної
інформації, Експериментальне дослідження та аналіз результатів, Економічна частина,
Порівняльний аналіз результатів дослідження оптимального варіанту друку, Висновки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій
Вступ, Аналіз проблеми та постановки задачі дослідження, Аналітичний огляд
літератури, Теоретичні основи впливу типу паперу та чорнил на якість відтворення
візуальної інформації, Експериментальне дослідження та аналіз результатів, Економічна
частина, Порівняльний аналіз результатів дослідження оптимального варіанту друку,
Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Дашкевич А.О.		21.12.2025
Економічна частина	доц. Потій О.О.		18.12.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування теми та постановка задач дослідження	11.10 – 14.10	
2	Збір, аналіз і систематизація літературних джерел	15.10 – 28.10	
3	Формування теоретичної частини (аналіз видів паперу, технологій друку, чорнил)	29.10 – 15.11	
4	Підготовка матеріалів для експерименту (відбір паперу, вибір технологій, тестові зображення)	16.11 – 22.11	
5	Проведення експериментального дослідження (друк зразків, спостереження, фіксація результатів)	23.11 – 30.11	
6	Аналіз отриманих результатів, створення таблиць і порівняльних характеристик	01.12 – 07.12	
7	Статистичний аналіз та формування висновків	08.12 – 11.12	
8	Оформлення списку літератури, додатків, ілюстрацій	12.12 – 14.12	
9	Економічна частина	15.12 – 17.12	
10	Оформлення пояснювальної записки	18.12 – 20.12	
11	Підготовка графічної частини	20.12 – 21.12	

Дата видачі завдання 03 листопада 2025 р.

Здобувач


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

доц. Андрій ДАШКЕВИЧ
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 98 с., 11 рис., 4 табл., 1 дод., 11 джерел.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ПАПЕРУ ТА ЧОРНИЛ НА ЯКІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.

Мета дослідження – вплив типу паперу та технології друку на якість відтворення візуальної інформації в поліграфії. Актуальність теми зумовлена необхідністю обґрунтованого вибору матеріалів друку для забезпечення високої якості зображення при раціональних витратах.

Метою роботи є аналіз якості друку на різних типах паперу та визначення економічно доцільних варіантів друку. Об'єктом дослідження є процес відтворення візуальної інформації в цифровому друці, предметом – показники якості зображення, що залежать від типу паперу та технології друку.

У роботі використано аналіз літературних джерел, візуальну експертну оцінку та порівняльний аналіз друкованих відбитків, отриманих у приватній друкарні з використанням струменевого, термосублімаційного та лазерного друку. Встановлено, що тип паперу суттєво впливає на насиченість кольорів, деталізацію та візуальне сприйняття зображення. В економічній частині обґрунтовано раціональні варіанти друку з урахуванням фактичних витрат.

ABSTRACT

The thesis: 98 p., 11 fig., 4 tabl., 1 app., 11 referencis.

STUDY OF THE INFLUENCE OF PAPER TYPE AND INK ON THE QUALITY OF VISUAL INFORMATION REPRODUCTION

The aim of the study is to examine the impact of paper type and printing technology on the quality of visual information reproduction in printing. The relevance of the topic is determined by the need for a well-informed choice of printing materials to ensure high image quality at a reasonable cost.

The aim of the work is to analyse the quality of printing on different types of paper and to determine economically viable printing options. The object of the study is the process of reproducing visual information in digital printing, and the subject is image quality indicators that depend on the type of paper and printing technology.

The work uses analysis of literary sources, visual expert assessment, and comparative analysis of printed copies obtained in a private printing house using inkjet, dye-sublimation, and laser printing. It has been established that the type of paper significantly affects colour saturation, detail, and visual perception of the image. The economic section substantiates rational printing options, taking into account actual costs.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	16
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	18
3 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ТИПУ ПАПЕРУ ТА ЧОРНИЛ НА ЯКІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	20
3.1 Термосублімаційний глянце́вий папір	20
3.2 Термосублімаційний матовий папір.....	25
3.3 Струменевий глянце́вий папір	29
3.4 Струменевий матовий папір	34
3.5 Струменевий люстр (напівгля́нцевий) папір	38
3.6 Струменевий молочний перламутр	41
3.7 Струменевий білий перламутр	45
3.8 Струменевий сніжний перламутр.....	49
3.9 Струменевий шовк (напівгля́нець).....	52
3.10 Струменевий супергля́нець.....	54
3.11 Лазерний папір.....	57
4 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ...	60
4.1 Термосублімаційний, глянце́вий папір	60
4.2 Термосублімаційний друк, матовий папір	62
4.3 Струменевий друк, глянце́вий папір	65
4.4 Струменевий друк, матовий папір.....	67
4.5 Струменевий друк, папір – люстер (напівгля́нець)	70
4.6 Струменевий друк, папір – молочний перламутр.....	72
4.7 Струменевий друк, папір – білий перламутр	75
4.8 Струменевий друк, папір – сніжний перламутр	77
4.9 Струменевий друк, папір – шовк напівгля́нець	80
4.10 Струменевий друк, супергля́нцевий папір	82
4.11 Лазерний друк, папір.....	85
5 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ДРУКУ.....	88
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	90
6.1 Характеристика науково-дослідного рішення	90
6.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	90

6.3 Розрахунок одноразових витрат на виконання НДР	91
6.4 Оцінка економічної доцільності результатів НДР.....	91
ВИСНОВКИ	95
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	98
ДОДАТОК А Додаткова порівняльна характеристика типів друку.....	99

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна поліграфічна галузь є однією з найдинамічніших сфер промисловості, де поєднуються традиційні технології з новітніми цифровими рішеннями. В умовах стрімкого розвитку інформаційного суспільства, поліграфія не лише зберігає свою актуальність, а й постійно адаптується до нових викликів, інтегруючи інноваційні матеріали, автоматизовані процеси та цифрові платформи. Друкована продукція залишається важливою складовою інформаційного середовища, рекламної індустрії, освіти, мистецтва, наукової комунікації та бізнес-діяльності. Незважаючи на активний розвиток цифрових медіа, таких як електронні книги, онлайн-журнали, соціальні мережі та інтерактивні платформи, друк продовжує відігравати провідну роль у візуальному спілкуванні. Це зумовлено низкою факторів: по-перше, друкована продукція забезпечує високу якість зображення, чіткість тексту та стабільність кольору; по-друге, вона створює відчуття матеріальності, що важливо для споживача у контексті довіри, естетики та емоційного сприйняття; по-третє, друкований носій має триваліший життєвий цикл, що робить його ефективним для архівування, презентацій, виставкової діяльності та довготривалого зберігання інформації. У цьому контексті особливої актуальності набуває питання якості друку, яка залежить від багатьох чинників – зокрема, від типу паперу та виду друкарських чорнил. Саме ці два компоненти формують основу будь-якого друкованого зображення, визначаючи його чіткість, насиченість кольору, контрастність, стійкість до зовнішніх впливів та загальне візуальне враження. Вибір матеріалів для друку – це не лише технічне рішення, а й стратегічний крок, що впливає на сприйняття бренду, ефективність реклами, якість навчальних матеріалів та художню цінність продукції. Зважаючи на зростаючі вимоги до екологічності, економічності та функціональності друкованої продукції, дослідження впливу типу паперу та виду чорнил на якість відтворення візуальної інформації є надзвичайно важливим. Воно дозволяє оптимізувати виробничі процеси, зменшити витрати, покращити естетичні характеристики продукції та забезпечити її відповідність сучасним стандартам. Крім того, такі дослідження сприяють розвитку нових технологій, створенню інноваційних матеріалів та формуванню наукової бази для подальших експериментів у галузі поліграфії.

Таким чином, актуальність даної теми зумовлена не лише практичними потребами ринку, а й науковою необхідністю глибокого розуміння механізмів взаємодії між матеріалами, що використовуються у друці. Це відкриває перспективи для вдосконалення технологій, підвищення конкурентоспроможності продукції та формування нових підходів до візуальної комунікації в умовах цифрової трансформації.

Одним із ключових критеріїв оцінки поліграфічної продукції є якість відтворення візуальної інформації. Цей параметр охоплює низку важливих характеристик, серед яких – точність кольоропередачі, насиченість фарб, контрастність, деталізація, рівномірність нанесення, а також стабільність зображення з плином часу. Висока якість друку забезпечує не лише естетичну привабливість продукції, а й її функціональність, здатність ефективно передавати інформацію, формувати позитивне враження у споживача та відповідати вимогам сучасного ринку. Досягнення високої якості друку залежить не лише від характеристик обладнання – таких як роздільна здатність друкарської машини, точність позиціонування, тип друкарської головки чи технологія нанесення фарби – а й від комплексу взаємопов'язаних факторів, що формують кінцевий результат. Серед них особливу роль відіграють фізико-хімічні властивості матеріалів, які беруть участь у процесі друку, зокрема тип паперу та характеристики друкарських чорнил. Тип паперу визначає здатність поверхні взаємодіяти з фарбою: її поглинання, розтікання, закріплення, блиск, а також загальне візуальне сприйняття кольору. Наприклад, пористий папір може надмірно вбирати чорнила, що призводить до втрати насиченості та чіткості зображення, тоді як гладкий крейдований папір дозволяє фарбі залишатися на поверхні, забезпечуючи яскраві кольори та чіткі контури. Крім того, щільність, білизна, текстура та покриття паперу впливають на контрастність, глибину кольору та здатність відтворювати дрібні деталі. Властивості друкарських чорнил – такі як в'язкість, склад, тип барвника, швидкість висихання, стійкість до зовнішніх впливів – також мають вирішальне значення. Від них залежить, наскільки рівномірно фарба наноситься на поверхню, чи не розтікається вона по волокнах, як швидко висихає, чи не змінює колір після закріплення. Наприклад, чорнила на водній основі швидко вбираються і висихають, але можуть втрачати насиченість на пористому папері, тоді як УФ-чорнила забезпечують високу точність кольоропередачі та стійкість до стирання.

Саме взаємодія між типом паперу та видом чорнил визначає поведінку фарби під час нанесення, її розтікання, поглинання, закріплення, блиск, а також кінцеве сприйняття кольору споживачем. Цей процес є складним і багатофакторним, тому його дослідження має велике значення для вдосконалення поліграфічних технологій, оптимізації виробництва та підвищення якості друкованої продукції.

У сучасних умовах поліграфічні підприємства активно використовують широкий спектр технологій друку, серед яких найпоширенішими є офсетна, струменева, лазерна, термосублімаційна, флексографічна, глибокий друк, цифрова та трафаретна (шовкотрафаретна) технології. Кожна з них має свої особливості, переваги та обмеження, що визначають сферу застосування, вимоги до матеріалів, а також кінцеву якість друкованої продукції. Для кожної технології друку підбираються специфічні типи паперу та чорнил, які повинні забезпечувати оптимальну якість зображення, відповідати технічним параметрам обладнання, а також задовольняти естетичні та функціональні вимоги замовника. Наприклад, офсетний друк вимагає паперу з високою стабільністю до вологи та температури, а також чорнил з контрольованою в'язкістю та швидкістю висихання. Струменевий друк, навпаки, потребує паперу з покриттям, що запобігає розтіканням фарби, та чорнил з високою точністю кольоропередачі. Термосублімаційна технологія працює з синтетичними носіями, які здатні приймати барвник у газоподібному стані, забезпечуючи фотографічну якість. Проте навіть за однакових умов друку – однакове обладнання, однакові налаштування, однаковий тип чорнил – зміна типу паперу може призвести до істотних відмінностей у вигляді відбитка. Змінюється блиск поверхні, контрастність зображення, насиченість кольору, різкість деталей, а також загальне візуальне сприйняття. Наприклад, глянцева папір може підсилити яскравість кольорів, але створити небажані відблиски, що ускладнюють читання. Матований папір, навпаки, знижує блиск, але може поглинати більше чорнил, що призводить до втрати чіткості. Крейдований папір забезпечує рівномірне нанесення фарби, але вимагає точного контролю температури та вологості. Такі варіації у результатах друку створюють необхідність у системному вивченні впливу типу паперу та виду друкарських чорнил на якість зображення. Це дослідження має важливе значення як для виробничої практики – з метою оптимізації процесів, зменшення витрат, підвищення стабільності продукції – так і для науково-

методичних розробок у галузі поліграфії. Воно дозволяє формувати базу знань для розробки нових матеріалів, вдосконалення технологій, створення профілів кольоропередачі, а також для навчання фахівців, які працюють у сфері друку. Крім того, у контексті сучасних тенденцій – екологічної відповідальності, цифрової трансформації, персоналізації продукції – системне дослідження взаємодії матеріалів набуває стратегічного значення. Воно сприяє розвитку інновацій, підвищенню конкурентоспроможності підприємств та формуванню нових стандартів якості, що відповідають вимогам ХХІ століття.

Особливої актуальності тема дослідження набуває у зв'язку з широким поширенням домашніх та офісних систем друку, які активно використовуються як у побуті, так і в професійній діяльності. Сучасні принтери – струменеві, лазерні, термосублімаційні – стали доступними для широкого кола користувачів, що спричинило зростання обсягів самостійного виготовлення друкованої продукції. Ці пристрої дозволяють створювати високоякісні зображення, тексти, графіку, що використовуються для оформлення фотоальбомів, презентацій, рекламних матеріалів, поліграфічних макетів, навчальних посібників, персоналізованих подарунків тощо. Завдяки розвитку технологій, сучасні принтери здатні забезпечити високу роздільну здатність, точну передачу кольору, швидке висихання фарби та стійкість до зовнішніх впливів. Проте досягнення бажаного результату залежить не лише від технічних характеристик обладнання, а й від правильного вибору витратних матеріалів – зокрема, типу паперу та виду чорнил. Саме ці компоненти формують основу якісного друку, визначаючи поведінку фарби на поверхні, її здатність проникати в структуру носія, рівномірність нанесення, блиск, контрастність та довговічність зображення. На сучасному ринку представлено широкий асортимент спеціальних паперів: глянцевої, матової, напівглянцевої, перламутрової, термосублімаційної тощо. Кожен із них має унікальні оптичні та структурні властивості, які по-різному взаємодіють з фарбовими системами.

У межах даного дослідження було проведено практичне порівняння низки типів паперу, що активно використовуються у сучасних умовах друку:

- термосублімаційний глянцевої;
- термосублімаційний матовий;
- струменевий глянцевої;

- струменевий матовий;
- струменевий люстер напівглянцецевий;
- струменевий молочний перламутр;
- струменевий білий перламутр;
- струменевий сніжний перламутр;
- струменевий шовк напівглянцецевий;
- струменевий суперглянцецевий;
- лазерний папір.

Таке різноманіття зразків дозволяє отримати широке уявлення про поведінку фарб на різних типах поверхонь – від гладких і блискучих до текстурованих і матових. Кожен тип паперу має унікальні оптичні, фізичні та хімічні властивості, що впливають на процес друку: ступінь поглинання чорнил, швидкість висихання, рівномірність нанесення, здатність до передачі кольору, контрастність, блиск, а також стійкість до стирання та зовнішніх впливів.

Важливим аспектом даного дослідження є те, що воно виконується без використання дорогого спектрофотометра або іншого високоточного лабораторного обладнання. Такий підхід обумовлений прагненням відтворити реальні умови контролю якості, які є доступними для більшості поліграфічних підприємств, навчальних лабораторій, дизайнерських студій та малих виробництв. У практиці друку далеко не завжди є можливість застосовувати складні інструменти спектрального аналізу, тому візуальні та порівняльні методи залишаються найбільш поширеними і водночас ефективними засобами оцінювання.

Оцінювання якості друку в межах дослідження здійснюється за комплексом параметрів, що дозволяють отримати об'єктивну картину взаємодії чорнил з різними типами паперу. До основних критеріїв належать:

- аналіз різкості деталей – визначає здатність матеріалу зберігати чіткість контурів, дрібних елементів, тексту та графіки. Висока різкість свідчить про ефективне закріплення фарби та відсутність розтікання;
- насиченість кольору – оцінюється візуально за глибиною та яскравістю кольорових ділянок. Вона залежить від здатності чорнил залишатися на поверхні без надмірного поглинання;
- контрастність – порівнюється між світлими та темними зонами зображення. Висока контрастність забезпечує чітке сприйняття візуальної інформації;

– рівномірність заливки – аналізується на однотонних ділянках. Наявність плям, смуг або нерівномірного розподілу фарби свідчить про проблеми з адгезією або поглинанням;

– глянець поверхні – визначається як естетичний параметр, що впливає на візуальне враження. Залежить від типу паперу та складу чорнил.

Застосування таких методів дозволяє не лише оцінити якість друку в умовах, наближених до виробничих, а й сформувавши практичні рекомендації для вибору матеріалів. Візуальний аналіз, доповнений порівнянням результатів на різних типах паперу, дає змогу виявити закономірності, які можуть бути використані для оптимізації процесу друку без потреби у складному обладнанні. Крім того, такий підхід має важливе навчальне значення. Він дозволяє студентам, технікам та операторам друкарських машин розвивати навички критичного аналізу, візуального контролю, розуміння взаємозв'язку між матеріалами та технологією. Це сприяє формуванню професійної компетентності та підвищенню якості поліграфічної продукції на практиці.

З огляду на актуальність питання, тема дослідження має як практичну, так і наукову значущість. У сучасних умовах, коли поліграфічна продукція відіграє важливу роль у комунікації, рекламі, освіті, культурі та бізнесі, забезпечення її високої якості стає стратегічним завданням для підприємств, навчальних закладів та дослідницьких центрів. Вивчення впливу типу паперу та виду друкарських чорнил на якість відтворення візуальної інформації дозволяє глибше зрозуміти механізми формування зображення, оптимізувати технологічні процеси та підвищити ефективність виробництва. Практична значущість полягає у можливості вдосконалення методів оцінки якості друку, які можуть бути застосовані без використання дорогого обладнання. Це особливо важливо для малих і середніх поліграфічних підприємств, навчальних лабораторій, дизайнерських студій, де контроль якості часто здійснюється візуально або за допомогою простих інструментів. Розробка доступних і надійних методик дозволяє зменшити витрати, підвищити стабільність кольоропередачі, уникнути браку продукції та забезпечити відповідність вимогам замовника. Результати дослідження можуть бути використані для:

– оптимізації технологічних процесів друку – шляхом вибору найбільш ефективних поєднань матеріалів залежно від типу продукції, призначення та очікуваної якості;

- навчання студентів-поліграфістів – як приклад прикладного дослідження, що поєднує теоретичні знання з практичними навичками, формує розуміння взаємозв'язку між матеріалами та технологією;

- розробки нових стандартів якості – на основі емпіричних даних, що дозволяють формалізувати критерії оцінки та створити універсальні рекомендації для галузі;

- підвищення конкурентоспроможності підприємств – завдяки покращенню якості продукції, зменшенню витрат, підвищенню задоволеності клієнтів та розширенню ринку.

Наукова значущість дослідження полягає у створенні теоретичної бази для подальших експериментів, розробці нових моделей взаємодії фарбових систем з носіями, а також у формуванні міждисциплінарного підходу, що поєднує знання з хімії, фізики, матеріалознавства, графічного дизайну та інженерії. Це відкриває перспективи для розвитку інноваційних технологій друку, створення нових типів паперу та чорнил, а також для інтеграції поліграфії з цифровими платформами, штучним інтелектом та автоматизованими системами контролю. Таким чином, дослідження має комплексну значущість, охоплюючи як прикладні, так і фундаментальні аспекти поліграфічної науки. Його результати можуть стати основою для практичних рішень, освітніх програм, наукових публікацій та технологічних інновацій, що сприятимуть розвитку галузі в умовах сучасного ринку.

Крім того, сучасна тенденція до індивідуалізації продукції, персоналізації контенту та розширення сегменту цифрового друку суттєво змінює вимоги до поліграфічних матеріалів і технологій. Усе більше замовників прагнуть отримати унікальні, адаптовані під конкретні потреби друковані рішення – від персоналізованих фотоальбомів і брендваної упаковки до малотиражних рекламних матеріалів та інтер'єрного декору. Це зумовлює необхідність гнучкого підходу до вибору носіїв, фарбових систем, налаштувань друку та контролю якості. Цифровий друк, який активно витісняє традиційні офсетні технології у багатьох сферах, має низку переваг: можливість друку без форм, швидке перемикання між завданнями, економічна ефективність при малих тиражах, інтеграція з цифровими платформами. Проте він також висуває нові вимоги до сумісності матеріалів, зокрема до типу паперу, його покриття, здатності взаємодіяти з чорнилами, а також до точності контролю параметрів друку – температури, вологості,

швидкості нанесення, профілю кольоропередачі. Розуміння впливу типу паперу та виду друкарських чорнил на оптичні характеристики зображення – такі як насиченість, контрастність, глибина кольору, блиск, рівномірність заливки – дозволяє розробляти рекомендації для підбору матеріалів під конкретні технології друку. Це особливо важливо у випадках, коли підприємство або студія переходить з офсетного друку на цифровий або навпаки. Наприклад, офсетний друк вимагає паперу з високою стабільністю до вологи та температури, тоді як цифровий – паперу з покриттям, що забезпечує швидке закріплення фарби та точну передачу кольору. Перехід між технологіями часто супроводжується зміною типу чорнил – з олійних або УФ-отверджуваних на водорозчинні або тонерні – що також впливає на вибір паперу. Неправильне поєднання матеріалів може призвести до втрати якості, нестабільності кольору, розтікання фарби, поганого закріплення або навіть до пошкодження обладнання. Тому системне дослідження взаємодії паперу та чорнил є не лише науково обґрунтованим, а й практично необхідним. У контексті індивідуалізації продукції, коли кожен відбиток може бути унікальним, особливо важливо забезпечити стабільність параметрів друку – незалежно від тиражу, типу зображення чи умов навколишнього середовища. Це вимагає точного налаштування профілів кольоропередачі, вибору оптимального поєднання матеріалів, а також розробки методик контролю якості, доступних у реальних виробничих умовах. Таким чином, дослідження впливу типу паперу та виду чорнил на якість друку має стратегічне значення для розвитку сучасної поліграфії. Воно сприяє адаптації до нових ринкових умов, підвищенню гнучкості виробництва, зменшенню витрат, покращенню візуальної якості продукції та задоволенню зростаючих вимог споживачів.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасний розвиток цифрових поліграфічних технологій характеризується широким впровадженням струменевого, лазерного та термосублімаційного друку, що дозволяє отримувати високоякісні зображення на різних носіях. Водночас якість відтворення візуальної інформації значною мірою залежить не лише від технології друку, а й від типу паперу, його фізико-оптичних та поверхневих властивостей. На практиці це призводить до ситуації, коли за однакових умов друку кінцевий результат може істотно відрізнятись залежно від вибору матеріалу.

Проблема полягає в тому, що у реальних умовах поліграфічного виробництва вибір паперу часто здійснюється інтуїтивно або на основі суб'єктивного досвіду, без чіткого аналізу впливу конкретного типу покриття на якість зображення та економічну доцільність його використання. Особливо це актуально для малотиражного та цифрового друку, де застосовуються різноманітні глянцеві, матові, напівглянцеві та перламутрові папери з різною вартістю та візуальним ефектом.

Наявні наукові та методичні джерела, як правило, розглядають питання кольоропередачі та якості друку з використанням спеціалізованих вимірювальних приладів, таких як спектрофотометри. Проте в умовах навчальних і практичних досліджень не завжди існує можливість застосування таких засобів, що зумовлює необхідність використання альтернативних методів оцінювання якості, зокрема візуальної експертної оцінки, яка широко застосовується у поліграфічній практиці.

Таким чином, виникає необхідність комплексного дослідження впливу типу паперу та технології друку на якість відтворення візуальної інформації з використанням доступних методів оцінювання, а також визначення раціональних варіантів друку з урахуванням якості та витрат.

Виходячи з викладеного, у роботі поставлено такі основні задачі:

- проаналізувати сучасні технології цифрового та термосублімаційного друку, що застосовуються у поліграфії;
- дослідити фізико-оптичні властивості різних типів паперу та їх вплив на якість відтворення зображень;
- виконати порівняльний аналіз якості друку на глянцеvih, матових, напівглянцеvih і перламутрових носіях;

- здійснити візуальну експертну оцінку друкованих відбитків за визначеними критеріями якості;
- проаналізувати економічну доцільність різних варіантів друку з урахуванням формату, компоновання зображень та фактичних витрат;
- сформулювати практичні рекомендації щодо вибору типу паперу та технології друку залежно від вимог до якості та бюджету.

Реалізація поставлених задач дозволяє комплексно розкрити проблему дослідження та забезпечити досягнення поставленої мети кваліфікаційної роботи.

2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. Особливості термосублімаційного друку та фактори якості.

У статті «Про сублімаційний друк» (Hende, Київ) розглянуто принцип роботи термосублімаційної технології, що базується на переході барвника з твердого стану безпосередньо в газоподібний під дією температури. Автори наголошують, що ключовими факторами якості сублімаційного друку є тип носія, наявність полімерного шару, температура та час термоперенесення. Підкреслюється, що якість відбитка значною мірою залежить від здатності матеріалу рівномірно приймати барвник, що на пряму пов'язує технологію друку з властивостями паперу або покриття. Дане джерело є важливим для обґрунтування вибору термосублімаційного друку як одного з досліджуваних методів у кваліфікаційній роботі.

2. Порівняльна характеристика основних видів друку.

У публікації «Види друку: офсетний, цифровий та струменевий» (Printto.ua) наведено узагальнений огляд найбільш поширених поліграфічних технологій. Автори акцентують увагу на відмінностях між офсетним, цифровим і струменевим друком з точки зору якості, вартості та сфери застосування. Для цифрового та струменевого друку особливо виділяється залежність якості зображення від типу паперу, оскільки барвник або тонер взаємодіє безпосередньо з поверхнею носія. Це джерело формує теоретичну основу для вибору саме цифрових технологій як об'єкта експериментального дослідження.

3. Взаємодія чорнил і паперу у струменевому друці.

У роботі А. Lundberg «Ink-Paper Interactions and Effect on Print Quality in Inkjet Printing» (Mid Sweden University, 2011) детально досліджено механізми взаємодії чорнил із поверхнею паперу. Автор доводить, що структура покриття, пористість та поглинальні властивості паперу безпосередньо впливають на розтікання краплі, чіткість контурів та оптичну щільність відбитка. Результати цього дослідження підтверджують доцільність аналізу різних типів струменевого паперу (глянцевого, матового, напівглянцевого, перламутрового) у межах даної роботи.

4. Вплив друкарського носія на якість відтворення зображень.

У статті Valdec D. та співавторів «Influence of Printing Substrate on Quality of Line and Text Reproduction in Flexography» (Applied Sciences, 2021) показано, що тип друкарського носія істотно впливає на чіткість ліній,

стабільність растрових елементів і загальну якість відбитка. Хоча дослідження виконано для флексографічного друку, отримані висновки мають універсальний характер і підтверджують важливість правильного вибору матеріалу незалежно від технології друку. Це джерело підсилює наукове обґрунтування аналізу паперу як ключового фактора якості.

5. Сучасні тенденції розвитку струменевого друку.

Оглядова стаття «Ink-Jet Printing towards Ultra-High Resolution: A Review» (MDPI Coatings, 2022) присвячена сучасним напрямкам розвитку струменевого друку з високою роздільною здатністю. Автори зазначають, що підвищення якості друку неможливе без удосконалення паперових носіїв і спеціалізованих покриттів, здатних контролювати поведінку краплі чорнила. Дане джерело дозволяє пов'язати результати практичного дослідження з актуальними науковими тенденціями у галузі цифрової поліграфії.

6. Стандартизація та оцінювання якості друку.

У рекомендаціях ISO/TC 130 «Guidelines for using print production standards» та оглядових матеріалах щодо стандартів ISO у поліграфії наголошується на необхідності уніфікованого підходу до оцінювання якості друку. Водночас зазначається, що візуальна експертна оцінка залишається важливим інструментом у випадках, коли використання вимірювальних приладів є обмеженим. Це положення є методичним підґрунтям для застосування візуальної оцінки якості відбитків у даній кваліфікаційній роботі.

Висновки до аналітичного огляду.

Аналіз літературних джерел показав, що якість відтворення візуальної інформації визначається комплексною взаємодією технології друку, типу паперу та характеристик чорнил. Особливу роль відіграють поверхневі властивості паперу та відповідність носія обраній технології друку. Виявлені в літературі положення підтверджують актуальність і наукову доцільність проведення експериментального дослідження впливу типу паперу на якість друку з використанням візуальної експертної оцінки.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ТИПУ ПАПЕРУ ТА ЧОРНИЛ НА ЯКІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Критерії оцінювання.

У практичній частині дослідження виконано візуально-естетичну оцінку якості друкованих відбитків, що відображає їх сприйняття з позиції кінцевого користувача. Оцінювання проводилось за такими критеріями:

- візуальна яскравість зображення – суб'єктивне відчуття світності та інтенсивності кольорів;
- глибина та виразність кольорів – насиченість і об'ємність кольорових тонів;
- декоративний ефект поверхні – вплив блиску, перламутру або текстури на зовнішній вигляд;
- цілісність візуального сприйняття – узгодженість усіх елементів зображення без дисгармонії;
- загальна естетична привабливість – інтегральне враження від друкованого зразка.

Оцінювання здійснювалося за п'ятибальною шкалою:

- 1 – дуже низька естетична якість;
- 3 – прийнятна якість;
- 5 – максимальна візуальна привабливість.

Інтегральна практична оцінка визначається як середнє арифметичне:

$$Q = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5}{5}. \quad (3.1)$$

Даний тип паперу характеризується максимальною візуальною привабливістю та приймається як еталонний у практичній частині дослідження.

3.1 Термосублімаційний глянцеви́й папір

Термосублімаційний друк є однією з високоякісних технологій відтворення зображень, яка широко використовується у виробництві фотопродукції, сувенірів, текстильного друку, персоналізованих предметів інтер'єру та рекламних матеріалів. Основною перевагою цієї технології є

здатність забезпечувати фотографічну точність кольорів, плавні переходи тонів, високу деталізацію та стійкість зображення до зовнішніх впливів. Принцип роботи термосублімаційного друку базується на фізичному явищі сублімації – переходу речовини зі твердого стану безпосередньо в газоподібний, минаючи рідку фазу. У процесі друку спеціальні барвники, нанесені на термотрансферну стрічку або картридж, під дією високої температури (зазвичай від 180 до 200 °С) переходять у газоподібний стан. У такому вигляді барвник проникає у верхній шар спеціального полімерного покриття паперу або іншого носія, де він закріплюється на молекулярному рівні. Матеріали, що використовуються для термосублімаційного друку, повинні мати спеціальне полімерне покриття, яке здатне приймати барвник у газоподібному стані. Найчастіше це глянцева або матова фотопапір, металеві пластини, текстильні вироби з поліестеру, кераміка, скло, пластик. Важливо, щоб поверхня була термостійкою та рівномірно обробленою, інакше барвник не закріпиться належним чином. У контексті даного дослідження термосублімаційний друк є важливим об'єктом аналізу, оскільки дозволяє оцінити поведінку барвника на різних типах паперу – зокрема, глянцева та матова – і порівняти результати з іншими технологіями друку. Це дає змогу сформулювати уявлення про оптимальні умови для досягнення максимальної якості зображення, а також про вплив типу носія на глибину кольору, контрастність, блиск та стійкість відбитка. Таким чином, термосублімаційний друк є не лише високотехнологічним методом нанесення зображень, а й важливим інструментом для дослідження взаємодії матеріалів у поліграфії. Його вивчення дозволяє розширити уявлення про механізми кольоропередачі, вдосконалити методики оцінки якості та сформулювати практичні рекомендації для виробництва друкованої продукції.

Термосублімаційний глянцева папір має багат шарову структуру, що складається з:

- основи (підкладки), найчастіше з високоякісного поліетиленового або полімеризованого матеріалу;
- теплочутливого приймального шару, який містить полімери, здатні поглинати сублімований барвник;
- захисного глянцева шару, що забезпечує блиск, водостійкість та механічну стабільність поверхні.

Глянцева поверхня спеціалізованого паперу, призначеного для термосублімаційного друку, характеризується високим коефіцієнтом відбиття світла. Це фізичне явище створює виражений візуальний ефект, який проявляється у підвищеній яскравості зображення, посиленій контрастності між світлими та темними ділянками, а також у глибокій кольоровій насиченості. Завдяки здатності поверхні ефективно відбивати світлові промені, кольори виглядають більш живими, об'ємними та естетично привабливими, що особливо важливо для друку фотографій, художніх репродукцій, рекламних макетів та інших візуально орієнтованих матеріалів. Ключовою особливістю термосублімаційного друку є те, що барвник не залишається на поверхні носія, як це відбувається у випадку струменевого або лазерного друку, а проникає вглиб матеріалу шляхом дифузії. Під дією високої температури барвник переходить у газоподібний стан і проникає у верхній шар полімерного покриття паперу, де закріплюється на молекулярному рівні. Такий механізм забезпечує утворення зображення, яке фактично стає частиною самого матеріалу-носія, а не просто нанесеним шаром фарби. У результаті цього процесу готове зображення набуває ідеально гладкої фактури, без видимих точок растру, зернистості або слідів крапель, які часто спостерігаються при використанні інших технологій друку. Відсутність структурних артефактів дозволяє досягти максимальної чіткості, плавності тональних переходів та однорідності кольорових заливок. Зображення виглядає цілісним, без розшарування або візуального шуму, що особливо важливо при друку портретів, художніх композицій та високоякісної графіки. Крім того, така гладка поверхня сприяє підвищенню стійкості зображення до механічного впливу, стирання, вологи та ультрафіолетового випромінювання. Барвник, інтегрований у структуру носія, не піддається легкому пошкодженню, що забезпечує довговічність друкованої продукції. Це робить термосублімаційний друк оптимальним вибором для виготовлення продукції, яка повинна зберігати свою якість протягом тривалого часу – наприклад, фотокарток, сертифікатів, сувенірів, інтер'єрних елементів. Таким чином, глянцева поверхня термосублімаційного паперу у поєднанні з технологією глибокого проникнення барвника забезпечує унікальні візуальні та експлуатаційні характеристики друкованого зображення. Вона дозволяє досягти високої

естетичної якості, точності кольоропередачі та довговічності, що робить її незамінною у багатьох сферах сучасної поліграфії.

До основних переваг термосублімаційного глянцевого паперу належать:

- висока точність передачі кольорів і плавність градацій;
- стійкість до вологи, ультрафіолету та механічних впливів;
- відсутність розтікання фарб і викривлень під час друку;
- фотографічна якість відбитка, порівняна з хімічним фотодруком.

Водночас термосублімаційна технологія, попри свої численні переваги, має і певні обмеження, які слід враховувати при її використанні в поліграфічній практиці. Одним із ключових обмежень є несумісність термосублімаційного паперу зі струменевими та лазерними принтерами. Це зумовлено специфікою поверхні такого паперу, яка має спеціальне полімерне покриття, призначене для прийому барвника в газоподібному стані. На відміну від традиційного паперу, який здатен вбирати водні чорнила або фіксувати тонер, термосублімаційний носій не має пористої структури, що унеможлиблює адгезію фарби, нанесеної звичайними методами. Спроба використання термосублімаційного паперу у струменевому або лазерному принтері призводить до низки проблем: чорнила не закріплюються на поверхні, розтікаються або залишаються вологими; тонер не плавиться належним чином, що спричиняє нерівномірність зображення або його повне зникнення. Це не лише погіршує якість друку, а й може пошкодити обладнання, оскільки матеріал не відповідає технологічним вимогам пристрою. Для реалізації термосублімаційного друку необхідне спеціалізоване обладнання, яке включає принтери, оснащені нагрівальними елементами (термоголовками), здатними забезпечити точне регулювання температури в процесі сублімації. Крім того, такі принтери використовують касети або стрічки з барвниками, які переходять у газоподібний стан під дією тепла. Ці компоненти мають складну конструкцію, що забезпечує точну передачу кольору, але водночас підвищує вартість експлуатації. Ще одним обмеженням є висока вартість витратних матеріалів, зокрема самого термосублімаційного паперу, барвникових стрічок, а також принтерів, які підтримують цю технологію. У порівнянні зі струменевим або лазерним друком, термосублімація є дорожчою як у плані початкових інвестицій, так і в контексті регулярного обслуговування. Це обмежує її застосування у

масовому виробництві, де важлива економічна ефективність, і водночас робить її більш придатною для виготовлення продукції преміум-класу, де якість зображення має пріоритет над вартістю. Однак, попри ці обмеження, термосублімаційна технологія залишається незамінною у сферах, де потрібна висока точність кольоропередачі, довговічність зображення та естетична досконалість. Її використання виправдане у виробництві фотокарток, сертифікатів, сувенірної продукції, інтер'єрного декору, а також у текстильному друці, де важлива стійкість до прання та механічного впливу. Таким чином, термосублімаційний друк – це технологія, яка поєднує виняткову якість з певними технічними та економічними обмеженнями. Її ефективне застосування потребує глибокого розуміння матеріалів, точного налаштування обладнання та обґрунтованого вибору сфери використання.

У контексті даного дослідження термосублімаційний глянцева папір виступає як еталонний зразок для порівняння, що має стратегічне значення для об'єктивної оцінки якості друку на інших типах носіїв. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям, він забезпечує максимально стабільне відтворення кольору, високу деталізацію, однорідність заливки та відсутність технологічних дефектів, таких як зернистість, розтікання фарби чи нерівномірність тону. Саме ці характеристики дозволяють використовувати його як базовий орієнтир у процесі порівняльного аналізу. Глянцева поверхня термосублімаційного паперу має високий коефіцієнт відбиття світла, що сприяє посиленню візуального ефекту яскравості, контрастності та глибини кольорів. Барвник, який проникає у верхній шар полімерного покриття в процесі сублімації, формує зображення безпосередньо в структурі матеріалу, що забезпечує ідеальну гладкість, відсутність пікселізації та високу стійкість до механічного впливу. Такий рівень якості є недосяжним для більшості інших технологій друку, особливо у випадках використання водорозчинних чорнил або тонера. Використання термосублімаційного глянцева паперу як еталонного носія дозволяє здійснювати порівняльне оцінювання якості друку на інших типах паперу – зокрема, струменевих (глянцева, матова, напівглянцева), перламутрових (молочний, білий, сніжний), лазерних, а також шовкових і люстрових варіантах. Такий підхід дає змогу виявити, наскільки конкретні властивості матеріалу – поглинання, блиск, структура поверхні, текстура, товщина – впливають на ключові параметри зображення: насиченість кольору, контрастність, точність

передачі відтінків, рівномірність заливки, чіткість деталей. Завдяки цьому дослідницькому підходу можна не лише зафіксувати відмінності між носіями, а й сформулювати практичні рекомендації щодо вибору оптимального типу паперу для конкретних завдань друку. Наприклад, якщо метою є досягнення максимальної глибини кольору – перевагу слід надати глянцевам або перламутровим носіям; якщо важлива читабельність тексту – доцільніше використовувати матові або шовкові варіанти. Еталонний зразок дозволяє чітко окреслити межі якості, до яких слід прагнути при використанні альтернативних матеріалів. Крім того, такий підхід сприяє стандартизації методики оцінювання, що є важливим як для наукових досліджень, так і для виробничої практики. Він дозволяє уникнути суб'єктивності, забезпечити повторюваність результатів, а також створити базу для подальших експериментів, спрямованих на вдосконалення технологій друку, розробку нових матеріалів та підвищення загальної якості поліграфічної продукції.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 4, глибина кольорів – 4, декоративний ефект поверхні – 4, цілісність сприйняття – 4, загальна естетична привабливість – 4.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{4+4+4+4+4}{5} = 4.$$

3.2 Термосублімаційний матовий папір

Термосублімаційний матовий папір, як і його глянцева аналог, спеціально розроблений для використання в технології сублімаційного друку. Обидва типи паперу мають полімерне покриття, здатне приймати барвник у газоподібному стані, що забезпечує високу якість зображення, стійкість до зовнішніх впливів та довговічність. Проте між ними існують суттєві відмінності, які насамперед стосуються структури поверхневого шару, а отже – і оптичних характеристик готового відбитка. Основна відмінність термосублімаційного матового паперу полягає у зменшеному коефіцієнті відбиття світла та повній відсутності дзеркального блиску. Якщо глянцева поверхня активно відбиває світло, створюючи ефект яскравості та глибини кольору, то матова поверхня, навпаки, забезпечує м'яке, дифузне розсіювання

світлових променів. Це означає, що світло, яке падає на поверхню, не відбивається у вигляді чітких відблисків, а рівномірно розсіюється, зменшуючи візуальні спотворення та підвищуючи комфортність сприйняття зображення. Завдяки цій властивості матовий термосублімаційний папір особливо ефективний у тих випадках, коли друкована продукція призначена для перегляду при різному типі освітлення – як природному, так і штучному. Відсутність блиску дозволяє уникнути засліплення, втрати контрасту або спотворення кольорів, що часто трапляється при використанні глянцевого носія у яскраво освітлених приміщеннях або під прямим сонячним світлом. Крім того, матова поверхня створює більш стримане, професійне враження, що робить її придатною для друку презентаційних матеріалів, сертифікатів, технічної документації, навчальних посібників, а також для оформлення інтер'єрів, де важлива відсутність візуального шуму. Водночас, завдяки технології сублімації, зображення на матовому папері зберігає високу деталізацію, точність кольоропередачі та стійкість до стирання, що дозволяє використовувати його у тих самих сферах, що й гляцевий аналог. Однак варто зазначити, що зменшений коефіцієнт відбиття світла може впливати на візуальне сприйняття насиченості кольору – зображення на матовому папері часто виглядає менш яскравим, ніж на гляцевому. Це не є недоліком, а радше особливістю, яку слід враховувати при виборі матеріалу залежно від цілей друку. У деяких випадках така м'якість кольорів є бажаною, оскільки сприяє природнішому вигляду зображення та зменшує візуальну втомлюваність. Таким чином, термосублімаційний матовий папір є повноцінною альтернативою гляцевому, що має власні переваги у сфері візуального комфорту, професійного вигляду та універсальності використання. Його дослідження у межах даної роботи дозволяє глибше зрозуміти вплив структури поверхні на якість друку та сформувані обґрунтовані рекомендації щодо вибору матеріалів для різних поліграфічних завдань.

Як і гляцевий, матовий папір має багатошарову структуру, яка включає:

- основу (субстрат) – полімерну або поліетиленову плівку з високою термостійкістю;
- теплочутливий полімерний шар, який поглинає газоподібний барвник у процесі сублімації;
- верхній матовий шар, що формує мікрорельєф поверхні та надає їй характерного шовковистого вигляду.

Матовий шар термосублімаційного паперу виконує не лише естетичну, а й важливу функціональну роль, яка безпосередньо впливає на довговічність, зручність використання та загальну якість друкованої продукції. На відміну від глянцевих поверхонь, які мають високий коефіцієнт відбиття світла і схильні до появи відблисків, матова текстура забезпечує м'яке розсіювання світла, що створює більш стримане, професійне візуальне враження. Це особливо важливо у випадках, коли надмірна яскравість або блиск можуть заважати сприйняттю інформації або порушувати естетичну гармонію композиції. З технічної точки зору, матовий шар виконує захисну функцію, яка полягає у збереженні барвника, що проник у структуру носія в процесі сублімації. Завдяки особливостям поверхні, зображення на матовому папері стає менш вразливим до механічних пошкоджень, таких як подряпини, стирання, згинання. Крім того, матова текстура зменшує ризик вицвітання кольорів під дією ультрафіолету або вологи, що особливо важливо для продукції, яка зберігається тривалий час або використовується в умовах змінного освітлення. Ще одним важливим аспектом є зменшення ризику появи слідів експлуатації, зокрема відбитків пальців, плям, жирних слідів, які часто залишаються на глянцевих поверхнях. Матовий мікрорельєф не лише приховує такі дефекти, а й запобігає їх утворенню, що робить продукцію більш стійкою до щоденного використання. Це особливо актуально для документів, сертифікатів, фотопортретів, дизайнерських макетів, презентаційних матеріалів – тобто тих об'єктів, які часто передаються з рук у руки, демонструються публічно або зберігаються у відкритому доступі. Завдяки відсутності дзеркального блиску, матові відбитки не створюють засліплюючих ефектів при перегляді під різними кутами або при різному типі освітлення. Це забезпечує комфортне сприйняття зображення, знижує візуальну втомлюваність та дозволяє зосередитися на змісті, а не на відблисках. Така властивість є особливо важливою у навчальних, офісних, музейних або виставкових умовах, де якість сприйняття інформації має критичне значення. Таким чином, матовий шар термосублімаційного паперу є не лише декоративним елементом, а й технологічно важливою складовою, що забезпечує захист, стабільність, зручність та естетичну відповідність друкованої продукції. Його використання дозволяє розширити функціональні можливості термосублімаційного друку та адаптувати його до ширшого спектру завдань, де потрібна не лише висока якість зображення, а й практична надійність.

У порівнянні з глянцеvim аналогом, термосублімаційний матовий папір демонструє іншу оптичну поведінку, яка суттєво впливає на візуальні характеристики готового зображення. Хоча він забезпечує меншу насиченість і контрастність кольорів, що є наслідком зниженого коефіцієнта відбиття світла, матовий носій має низку переваг, які роблять його незамінним у певних сферах застосування. Однією з ключових переваг є вища здатність до передачі дрібних деталей. Завдяки відсутності дзеркального блиску та м'якому розсіюванню світла в мікроструктурі поверхні, зображення на матовому папері не засліплюється відблисками, що дозволяє краще розгледіти тонкі елементи, текстури, контури та нюанси композиції. Це особливо важливо при друку технічних схем, портретів, художніх репродукцій, де точність деталей має вирішальне значення. Крім того, матовий папір забезпечує високу рівномірність тонових переходів, що проявляється у плавному градієнті між кольорами, відсутності різких меж або зон перенасичення. Така властивість дозволяє досягти природного вигляду зображення, що особливо помітно при відтворенні світлих ділянок, пастельних тонів, тіней, а також у випадках, коли важлива емоційна м'якість композиції – наприклад, у весільній фотографії, дитячих портретах, інтер'єрному друці. Завдяки розсіюванню світла в мікроструктурі поверхні, зображення на матовому термосублімаційному папері набуває ефекту “глибини” – воно виглядає не плоским, а об'ємним, з багат шаровим візуальним простором. Це створює враження м'якого занурення у зображення, що сприяє комфортному сприйняттю та підвищує естетичну цінність друкованої продукції. Хоча гляцевий папір часто використовується для досягнення максимальної яскравості та контрасту, його надмірна блискучість може бути недоречною у певних контекстах – наприклад, при оформленні документів, сертифікатів, презентаційних матеріалів, де важлива стриманість та професійний вигляд. У таких випадках матовий носій є більш доречним вибором, оскільки забезпечує баланс між якістю зображення та візуальним комфортом. Таким чином, термосублімаційний матовий папір, попри дещо нижчу яскравість, має високу функціональну та естетичну цінність, яка проявляється у точності передачі деталей, плавності тонових переходів, глибині зображення та зручності перегляду. Його використання дозволяє адаптувати термосублімаційний друк до ширшого спектру завдань, де важлива не лише яскравість, а й емоційна виразність та професійна стриманість.

До основних переваг термосублімаційного матового паперу належать:

- природне відтворення кольорів без оптичного перенасичення;
- стійкість до відблисків під різними кутами освітлення;
- висока чіткість та деталізація зображення;
- збереження кольорової стабільності в часі.

У контексті даної роботи термосублімаційний матовий папір використовується як контрольний зразок для порівняння ефекту поверхневого блиску на сприйняття зображення. Його застосування дозволяє дослідити, як саме текстура покриття – зокрема матова, бездзеркальна – впливає на ключові параметри друкованого зображення: передачу кольору, контрастність, деталізацію, глибину та комфортність візуального сприйняття. Такий підхід є надзвичайно важливим для формування об’єктивної картини взаємодії матеріалів у поліграфічному процесі. Матова поверхня, на відміну від глянцевої, не створює дзеркальних відблисків, а забезпечує дифузне розсіювання світла, що змінює характер сприйняття кольорів і форм. Це дозволяє зображенню виглядати м’якішим, природнішим, менш агресивним для очей, особливо при перегляді під різними кутами або в умовах змінного освітлення. Дифузне відбиття зменшує візуальні спотворення, спричинені прямим світлом, і сприяє більш рівномірному розподілу яскравості по всій площині зображення. Таким чином, використання термосублімаційного матового паперу як аналітичного інструменту у межах даного дослідження дозволяє глибше зрозуміти роль текстури поверхні у формуванні візуальної якості друку. Це сприяє розробці обґрунтованих рекомендацій щодо вибору матеріалів, оптимізації технологічних процесів та підвищення естетичної і функціональної цінності поліграфічної продукції.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 5, глибина кольорів – 5, декоративний ефект поверхні – 4, цілісність сприйняття – 5, загальна естетична привабливість – 5.

$$Q = \frac{3+3+2+3+3}{5} = 2,8.$$

3.3 Струменевий глянцева папір

Струменевий друк є однією з найпоширеніших та технологічно гнучких систем відтворення зображень у сучасній поліграфії. Цей метод

базується на краплинно-дозованому нанесенні чорнил на поверхню паперу або іншого носія за допомогою спеціальних друкуючих головок. Принцип його дії полягає у тому, що чорнила розпилюються у вигляді мікроскопічних крапель, які точно потрапляють у задані координати, утворюючи пікселі зображення. Завдяки цьому забезпечується висока роздільна здатність друку, що робить технологію придатною як для побутових, так і для професійних поліграфічних цілей. На відміну від термосублімаційного методу, де барвник переходить у газоподібний стан і проникає всередину полімерного шару, у струменевому друці чорнила залишаються переважно на поверхні або частково проникають у верхні мікрошари спеціального покриття. Така відмінність зумовлює особливі вимоги до якості та структури паперу, оскільки саме поверхневі властивості матеріалу визначають ступінь поглинання, розтікання чорнил і, відповідно, кінцеву якість зображення. Для струменевого друку надзвичайно важливими є такі параметри паперу, як пористість, рівномірність покриття, ступінь білизни та гладкість. Від них залежить яскравість кольорів, контрастність, деталізація дрібних елементів та стійкість відбитків до зовнішніх впливів. Саме тому звичайний офісний папір не підходить для якісного струменевого фотодруку – він не здатен рівномірно вбирати рідкі чорнила, що призводить до розтікання зображення та втрати чіткості. Розвиток технологій у галузі поліграфії привів до появи спеціалізованих фотопаперів, які мають складну багатошарову структуру. Такі матеріали забезпечують оптимальний баланс між швидкістю поглинання чорнил, їх фіксацією у поверхневих шарах та відображенням світла, що дозволяє отримати стабільне, яскраве і деталізоване зображення. Серед них виділяють кілька основних типів покриттів: глянцеві, матові, напівгляцеві (люстр, шовк), а також декоративні перламутрові варіанти. Кожен із них має свої переваги та недоліки залежно від умов експлуатації та естетичних вимог до готового друку. Таким чином, дослідження властивостей струменевих фотопаперів є важливою складовою роботи поліграфіста, оскільки воно дозволяє не лише оцінити придатність матеріалу до певних видів друку, але й визначити оптимальні умови для досягнення максимальної якості кольорового зображення. Саме тому у даній роботі проведено порівняльний аналіз різних типів струменевих паперів із різною поверхнею – глянцевою, матовою, напівглянцевою та перламутровою – з метою виявлення впливу структури та оптичних характеристик покриття на якість друку.

Струменевий глянце́вий папір має спеціальне мікропористе або полімерне покриття, яке виконує подвійну функцію: забезпечує швидке поглинання чорнил та формування гладкої, блискучої поверхні після висихання. Структура такого паперу зазвичай багат шарова і включає:

- целюлозну або полімерну основу з підвищеною щільністю (180-260 г/м²), що надає жорсткості та стабільності;
- поглинальний шар, який містить кремнезем або інші пористі мінерали, здатні утримувати водорозчинні чорнила;
- гляцевий полімерний шар, який формує блиск і захищає зображення від зовнішніх впливів.

Струменевий гляцевий папір є одним із найпоширеніших типів матеріалів, що використовуються для високоякісного фотодруку. Його основною особливістю є наявність спеціального полімерного покриття з високим коефіцієнтом відбиття, яке забезпечує дзеркальний блиск і створює візуальний ефект глибини. Завдяки цьому кольори на гляцевих відбитках виглядають більш насиченими, контрастними та яскравими, ніж на матових аналогах. Це робить такий папір популярним у тих видах поліграфічного виробництва, де пріоритетом є виразність кольору та фотореалістичність зображення – зокрема у виготовленні фотокарток, репродукцій, рекламних плакатів, буклетів, презентаційних матеріалів, каталогів тощо. Поверхня гляцевого паперу зазвичай має мікропористу або смолоподібну структуру покриття, яка дозволяє рівномірно фіксувати чорнила на поверхні без глибокого проникнення у волокна основи. Це сприяє утворенню чітких меж між кольоровими зонами та запобігає розтіканню пігменту. Водночас така структура потребує точного контролю над кількістю чорнил, адже надлишок барвника може призвести до ефекту “залипання”, втрати гляцю або нерівномірного блиску після висихання. Однією з переваг гляцевих паперів є їх висока відбивна здатність, що дозволяє підкреслити найдрібніші деталі зображення. Це особливо важливо при друкуванні фотографій із великою кількістю градієнтів та плавних переходів кольорів. Водночас такий тип поверхні має і певні недоліки – наприклад, сильне відблискування під прямими джерелами світла, що ускладнює перегляд зображень під різними кутами, а також схильність до появи відбитків пальців і подряпин. Залежно від виробника та технології виготовлення, гляцеві струменеві папери можуть мати різний ступінь блиску – від супергляцевого (high gloss) до напівгляцевого (semi-

gloss). Високоякісні фотопапери зазвичай мають багат шарову структуру, де базовий шар целюлозної або синтетичної основи поєднується з декількома функціональними покриттями, що відповідають за поглинання чорнил, стабільність кольору та стійкість до вологи. Важливо також враховувати, що якість відтворення зображення на глянцевому папері значною мірою залежить від типу чорнил. Для струменевого друку зазвичай застосовуються водорозчинні барвники або пігментні чорнила, і кожен із цих типів має власні оптичні та фізико-хімічні властивості. Водорозчинні чорнила забезпечують більш широку колірну гаму і глибину відтінків, проте є менш стійкими до дії вологи та ультрафіолету. Пігментні, навпаки, мають кращу архівну стабільність, але можуть дещо приглушувати блиск зображення. Таким чином, гляцевий струменевий папір є матеріалом, що поєднує естетичну привабливість і технологічну складність, а його ефективне використання потребує правильного добору параметрів друку, чорнил та налаштувань колірного профілю. Саме аналіз взаємодії цих факторів і становить важливий аспект даного дослідження, оскільки дозволяє оцінити, наскільки тип покриття впливає на кінцеву якість відтворення візуальної інформації.

Проте якість друку на глянцевому струменевому папері значною мірою залежить від типу застосованих чорнил, оскільки вони визначають колірну насиченість, прозорість та довговічність відбитка. Водорозчинні барвники (dye-based) здатні добре проникати у поглинальний шар паперу, що забезпечує рівномірне розподілення пігменту та високу яскравість кольорів. Такі чорнила дозволяють отримати насичені, насичено-прозорі відтінки і плавні градації тонів, що особливо важливо при друку фотографій або зображень із великою кількістю переходів. Однак водорозчинні барвники мають меншу стійкість до зовнішніх факторів: під впливом вологи, ультрафіолетового випромінювання та механічного тертя вони можуть поступово втрачати насиченість, змінювати відтінки або вицвітати. У свою чергу, пігментні чорнила (pigment-based) залишаються переважно на поверхневих шарах покриття, формуючи більш щільний та стійкий шар пігменту. Це забезпечує високу архівну стабільність і стійкість до вологи, світла та механічних впливів, що робить їх оптимальними для документів, фотопродукції та робіт, які повинні довго зберігати первинний вигляд. Водночас пігментні чорнила можуть трохи зменшувати блиск гляцевої поверхні та створювати ефект легкого зерна на деяких ділянках, особливо у

темних або насичених кольорових областях. Таким чином, вибір типу чорнил є ключовим фактором для досягнення оптимальної якості друку на глянцевому папері. Він визначає баланс між яскравістю та насиченістю кольорів, деталізацією зображення та довговічністю відбитка. У межах цього дослідження порівняння впливу водорозчинних і пігментних чорнил дозволяє оцінити, наскільки тип фарби взаємодіє з оптичними та фізичними характеристиками паперу і як це впливає на сприйняття кольору, контрастність та загальну візуальну якість друкованого зображення.

До основних переваг струменевого глянцевого паперу належать:

- висока насиченість та глибина кольорів;
- гладка, блискуча поверхня, подібна до фотопаперу;
- швидке висихання чорнил завдяки мікропористій структурі;
- можливість отримання високої роздільної здатності (до 5760 dpi).

Водночас, існують і певні недоліки:

- чутливість поверхні до вологи, подряпин та відбитків пальців;
- можливість утворення “бронзінгу” – легкого металевого відблиску в темних ділянках при пігментних чорнилах;
- потреба у точному налаштуванні профілів кольорів під конкретний тип паперу і принтера.

У контексті даного дослідження струменевий глянцева папір є одним зразків для аналізу, оскільки поєднує високу оптичну привабливість із практичною поширеністю у сучасному друці. Порівняння відбитків, отриманих на глянцева папері, із відбитками на матових, напівглянцева і перламутрових основах дозволяє визначити, як ступінь блиску та поглинальна здатність впливають на загальну якість відтворення візуальної інформації.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 3, глибина кольорів – 3, декоративний ефект поверхні – 2, цілісність сприйняття – 3, загальна естетична привабливість – 5.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{4+4+3+4+4}{5} = 3,8.$$

3.4 Струменевий матовий папір

Струменевий матовий папір призначений для отримання зображень зі зниженою відбивною здатністю та мінімальним блиском, що робить його особливо актуальним у тих випадках, коли важлива стриманість візуального оформлення, комфортність перегляду та професійний вигляд друкованої продукції. На відміну від глянцевого аналога, які активно відбивають світло і створюють ефект яскравості та глибини кольору, матова поверхня забезпечує дифузне розсіювання світлових променів, що суттєво змінює характер сприйняття зображення. Завдяки мікроструктурі поверхні, матовий папір не створює дзеркальних відблисків, які можуть заважати перегляду зображення під різними кутами або при змінному освітленні. Це дозволяє зберігати стабільність візуального сприйняття, незалежно від умов перегляду, що є важливою перевагою у презентаційних, навчальних, офісних або виставкових матеріалах. Відсутність блиску також сприяє зниженню візуальної втомлюваності, що особливо актуально при тривалому перегляді тексту чи графіки. Струменевий матовий папір має спеціальне покриття, яке забезпечує контрольоване поглинання водорозчинних чорнил, запобігаючи їх розтіканню та забезпечуючи чіткість контурів. Хоча рівень насиченості кольору на матовому носії зазвичай нижчий, ніж на глянцевому, це компенсується високою деталізацією, рівномірністю тонових переходів та природністю кольорової гами. Зображення виглядає м'яким, збалансованим, без перенасичення або візуального шуму. Особливо добре матовий папір передає світлі ділянки та пастельні тони, які на глянцево поверхнях можуть виглядати надто яскравими або втрачати нюанси. Це робить його придатним для друку фотопортретів, художніх репродукцій, сертифікатів, технічної документації, дизайнерських макетів, де важлива точність передачі кольору та емоційна стриманість. Крім того, матова поверхня менш схильна до появи відбитків пальців, подряпин та слідів експлуатації, що підвищує довговічність друкованої продукції. Вона також краще підходить для написання або нанесення додаткових елементів – підписів, печаток, штампів – без ризику розмазування або втрати чіткості. Таким чином, струменевий матовий папір є функціонально збалансованим носієм, який поєднує естетичну стриманість із технічною надійністю. Його використання дозволяє адаптувати струменевий друк до широкого спектру завдань, де важлива не

лише яскравість, а й точність, комфортність та професійний вигляд зображення.

Матовий папір має багатошарову структуру, що включає:

- основу (целюлозна або полімерна), яка визначає жорсткість та стабільність носія;
- поглинальний шар, що утримує чорнила, забезпечує рівномірне проникнення водорозчинних або пігментних барвників і запобігає їх розтіканню;
- верхній матовий шар, який формує шорстку мікроструктуру поверхні і надає характерну матовість.

Мікропориста структура матового шару струменевого паперу відіграє ключову роль у формуванні якості друківаного зображення. Завдяки наявності мікроскопічних пор, поверхня такого паперу здатна точно та рівномірно поглинати чорнила, що забезпечує чіткість контурів, стабільність кольору та відсутність розтікання фарби. Цей процес поглинання є контрольованим, що дозволяє уникнути надмірного проникнення чорнил у глибину носія, зберігаючи при цьому достатню насиченість кольору. Одночасно мікропориста структура сприяє зменшенню відблисків, оскільки світло, що падає на поверхню, не відбивається дзеркально, а розсіюється у різних напрямках. Це створює ефект м'якого, дифузного освітлення, який значно покращує комфортність перегляду зображення при різних кутах та типах освітлення. Відсутність блиску дозволяє уникнути засліплення, втрати контрасту або спотворення кольорів, що часто трапляється при використанні глянцевого носія. Проте варто зазначити, що така структура має і оптичні наслідки: зображення на матовому папері виглядає трохи приглушеним – насиченість і контрастність кольорів знижуються порівняно з глянцевими аналогами. Це не є недоліком, а радше особливістю, яка визначає сферу застосування даного типу носія. У тих випадках, коли яскравий блиск є небажаним або навіть шкідливим для сприйняття, матовий папір стає оптимальним вибором. Завдяки своїм властивостям, струменевий матовий папір є ідеальним для друку документів, сертифікатів, навчальної літератури, каталогів, технічних матеріалів, а також презентаційних макетів, де важлива читабельність, стриманість та природна передача кольору. У таких випадках надмірна яскравість або блиск можуть відволікати увагу, ускладнювати читання або створювати небажані візуальні ефекти. Крім того, матова поверхня краще підходить для нанесення додаткових

елементів, таких як підписи, печатки, штампи або рукописні позначки, оскільки вона не розмазує чорнило і не створює проблем із адгезією. Це робить її особливо корисною у діловій, освітній та адміністративній практиці. Таким чином, мікропориста структура матового шару забезпечує баланс між технічною точністю та візуальним комфортом, що робить струменевий матовий папір важливим елементом у сучасному поліграфічному виробництві. Його використання дозволяє адаптувати струменевий друк до широкого спектру завдань, де пріоритетом є не яскравість, а функціональність, читабельність і професійна естетика.

Як і у випадку глянцевого паперу, на якість друку на матових носіях значний вплив мають типи чорнил, що використовуються у струменевих принтерах. Вибір між водорозчинними барвниками та пігментними чорнилами визначає не лише естетичні характеристики зображення, а й його довговічність, стійкість до зовнішніх чинників та придатність до різних сфер застосування. Водорозчинні барвники (dye-based inks) характеризуються високою здатністю до проникнення в мікропористу структуру матового покриття, що забезпечує плавні градації кольору, м'які переходи між тонами та яскраві, насичені відтінки. Завдяки дрібній молекулярній структурі, такі чорнила легко розподіляються по поверхні, створюючи однорідне зображення без плям або смуг. Це робить їх особливо ефективними для друку фотографій, художніх репродукцій, презентаційних матеріалів, де важлива емоційна виразність та глибина кольору. Однак водорозчинні барвники мають і певні обмеження – зокрема, низьку стійкість до впливу вологи, ультрафіолету та механічного стирання. При контакті з водою або підвищеною вологістю вони можуть розмазуватись, втрачати насиченість або навіть повністю зникати. Це обмежує їх використання у зовнішній рекламі, документах тривалого зберігання або продукції, що піддається частому фізичному контакту. Пігментні чорнила (pigment-based inks), навпаки, формують більш стійкий шар на поверхні паперу. Їх частинки залишаються на поверхні, не проникаючи глибоко в структуру, що забезпечує високу стійкість до вологи, світла та механічного впливу. Завдяки цьому пігментні чорнила широко використовуються для друку сертифікатів, навчальних матеріалів, технічної документації, а також у випадках, коли важлива довговічність зображення. Проте взаємодія пігментних чорнил з шорсткою текстурою матового покриття має свої особливості. Через нерівномірну

мікроструктуру поверхні, пігментні частинки можуть розподілятися менш рівномірно, що призводить до зниження блиску та глибини чорного кольору. Зображення може виглядати менш насиченим, особливо у темних ділянках, а чорний – більш “сірим” або приглушеним. Це слід враховувати при виборі типу чорнил залежно від очікуваного візуального ефекту. Таким чином, вибір між водорозчинними та пігментними чорнилами при друку на матовому папері є компромісом між естетикою та функціональністю. Водорозчинні барвники забезпечують яскравість і плавність, але потребують захисту; пігментні – гарантують стійкість, але можуть знижувати візуальну глибину. У межах даного дослідження порівняння цих типів чорнил дозволяє глибше зрозуміти їх взаємодію з матовим носієм та сформувані практичні рекомендації для поліграфічного виробництва.

До основних переваг струменевого матового паперу належать:

- відсутність сильних відблисків;
- комфортне сприйняття кольору при різному освітленні;
- висока деталізація і рівномірність тонових переходів;
- менша помітність відбитків пальців і подряпин.

Недоліками можна вважати трохи меншу насиченість кольорів і контрастність порівняно з глянцевиими варіантами.

У межах даного дослідження струменевий матовий папір використовується для порівняння впливу поверхневого блиску та поглинальної здатності на якість відтворення зображення. Порівняльний аналіз відбитків, отриманих на матовій та гляцевій поверхнях, дозволяє визначити, як текстура і оптичні характеристики паперу впливають на насиченість, контрастність і деталізацію кольорів, а також на загальне візуальне сприйняття зображення.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 3, глибина кольорів – 3, декоративний ефект поверхні – 2, цілісність сприйняття – 3, загальна естетична привабливість – 3.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{3+3+2+3+3}{5} = 2,8.$$

3.5 Струменевий люстр (напівглянцевий) папір

Струменевий люстр, або напівглянцевий папір, займає проміжне положення між глянцеви́ми та матовими матеріалами, поєднуючи окремі переваги обох типів поверхні. Такий тип носія розроблений як компромісне рішення для тих випадків, коли необхідно зберегти високу якість передачі кольору, але уникнути надмірного блиску, який може заважати перегляду або створювати небажані візуальні ефекти. Основною особливістю люстр-паперу є помірний блиск, який забезпечує баланс між насиченістю кольорів і комфортністю сприйняття зображення. На відміну від глянцеви́х носіїв, які мають дзеркальну поверхню з високим коефіцієнтом відбиття світла, люстр-папір має приглушений блиск, що дозволяє зберегти яскравість кольорів без створення засліплюючих відблисків. Водночас він не є повністю матовим – його поверхня має легкий глянець, який додає глибини та об'ємності зображенню. Завдяки такому оптичному балансу, зображення, надруковане на люстр-папері, виглядає виразно, але не агресивно, зберігаючи чіткість деталей, плавність тонових переходів і природність кольорової гами. Це особливо важливо при друку портретів, художніх репродукцій, рекламних макетів, фотокниг, презентаційних матеріалів – тобто продукції, де потрібна високоякісна передача кольору без зайвих відблисків, які можуть спотворювати сприйняття або знижувати естетичну цінність. Люстр-папір також демонструє добру сумісність із водорозчинними та пігментними чорнилами, забезпечуючи рівномірне нанесення фарби, швидке висихання та стійкість до механічного впливу. Його поверхня має спеціальне покриття, яке контролює поглинання чорнил, запобігаючи розтіканням і забезпечуючи чіткість контурів. При цьому зображення зберігає глибину кольору, а чорний виглядає насиченим, без втрати щільності, що іноді трапляється на матових носіях. Ще однією перевагою люстр-паперу є зменшена чутливість до слідів експлуатації, таких як відбитки пальців, подряпини або плями. Його поверхня менш схильна до накопичення забруднень, ніж глянцева, що підвищує довговічність продукції та зручність у використанні. Це робить його придатним для друку матеріалів, які часто переглядаються, передаються або зберігаються у відкритому доступі. Таким чином, струменевий люстр або напівглянцевий папір є універсальним носієм, який поєднує естетичну виразність глянцю з практичною стриманістю мату. Його використання

дозволяє досягти високої якості друку в умовах, де важлива не лише яскравість, а й комфортність перегляду, точність передачі кольору та професійний вигляд продукції.

Структура люстр паперу зазвичай багат шарова і включає:

- основу (целюлозну або полімерну) для стабільності і жорсткості;
- поглинальний шар, який забезпечує рівномірне поглинання водорозчинних або пігментних чорнил;
- верхній полімерний шар з мікрорельєфом, що формує напівглянцеву поверхню та контролює відблиски.

Мікрорельєф верхнього шару струменевого люстр-паперу відіграє ключову роль у формуванні його оптичних властивостей та якості друкованого зображення. Завдяки спеціальній текстурі, поверхня такого носія здатна помірно розсіювати світло, що дозволяє зменшити інтенсивність дзеркальних відблисків, характерних для глянцевого паперу. Це створює більш комфортні умови для перегляду зображення, особливо при змінному або боковому освітленні, де глянець може спричинити засліплення або втрату контрасту. Водночас, на відміну від матових аналогів, люстр-папір забезпечує вищу яскравість і насиченість кольорів, що робить його ідеальним для друку візуально насичених композицій. Мікрорельєф не поглинає світло повністю, як це відбувається у матових носіях, а частково відбиває його, створюючи ефект м'якого глянцевого відблиску. Це дозволяє зберегти глибину кольору, підкреслити тональні переходи та надати зображенню об'ємності без надмірного блиску. Особливо ефективною така поверхня є при друку зображень із великою кількістю деталей, текстур та градієнтів, де важлива не лише загальна насиченість, а й здатність носія зберігати чіткість контурів і плавність тонових переходів. Завдяки збалансованій взаємодії з чорнилами, люстр-папір дозволяє уникнути розтікання фарби, забезпечуючи точне відтворення дрібних елементів, ліній, тіней та кольорових нюансів. Крім того, мікрорельєф сприяє рівномірному розподілу чорнил по поверхні, що зменшує ризик утворення плям, смуг або зон перенасичення. Це особливо важливо при друку великих площин із градієнтами, де потрібна стабільність кольору та відсутність візуальних артефактів. Завдяки цьому люстр-папір широко використовується у професійному фотодруку, художніх репродукціях, рекламній продукції, фотокнигах, а також у дизайнерських макетах, де важлива високоякісна передача кольору без зайвих відблисків. Таким чином, мікрорельєф верхнього

шару струменевого люстр-паперу забезпечує оптимальний баланс між глянцевиими та матовими властивостями, поєднуючи яскравість і глибину кольору з комфортністю перегляду та точністю деталізації. Це робить його універсальним носієм для широкого спектру поліграфічних завдань, де важлива не лише естетика, а й технічна якість друку.

Як і для інших типів струменевих паперів, на якість друку на люстр-носіях суттєво впливає тип чорнил, що використовуються в процесі нанесення зображення. Вибір між водорозчинними барвниками та пігментними чорнилами визначає не лише естетичні параметри відбитка, а й його довговічність, стійкість до зовнішніх чинників та придатність до зберігання. Водорозчинні барвники (dye-based inks) мають дрібну молекулярну структуру, що дозволяє їм легко проникати в покриття люстр-паперу, забезпечуючи яскраві, прозорі та насичені кольори. Завдяки цьому зображення виглядає живим, глибоким і емоційно виразним. Особливо добре такі чорнила передають тональні градації, плавні переходи між кольорами та світлотіньові ефекти, що робить їх ідеальними для друку фотографій, художніх репродукцій, рекламних макетів та презентаційних матеріалів. Однак водорозчинні барвники мають обмежену стійкість до світла, вологи та механічного впливу. Під дією ультрафіолету вони можуть вицвітати, а при контакті з водою – розмазуватись або втрачати чіткість. Це обмежує їх використання у продукції, що призначена для тривалого зберігання або експлуатації в умовах змінного середовища. Пігментні чорнила (pigment-based inks), навпаки, формують більш стійкий шар на поверхні люстр-паперу. Їх частинки залишаються на поверхні, не проникаючи глибоко в структуру, що забезпечує архівну стабільність, високу стійкість до вологи, світла, стирання та інших зовнішніх чинників. Це робить пігментні чорнила оптимальними для друку сертифікатів, навчальних матеріалів, технічної документації, фотокниг, які мають зберігатися тривалий час без втрати якості. Проте взаємодія пігментних чорнил з люстр-папером має оптичні особливості: через те, що чорнило не проникає вглиб, а залишається на поверхні, загальний блиск зображення може бути трохи приглушеним. Це особливо помітно у темних ділянках, де глибина чорного кольору може знижуватись, а контраст – пом'якшуватись. Водночас така особливість не є недоліком, а радше характеристикою, яку слід враховувати при виборі типу чорнил залежно від цілей друку. Таким чином, вибір між водорозчинними та

пігментними чорнилами при друку на люстр-папері є компромісом між яскравістю та довговічністю. Водорозчинні барвники забезпечують естетичну виразність, але потребують захисту; пігментні – гарантують стабільність, але можуть дещо знижувати блиск. У межах даного дослідження порівняння цих типів чорнил дозволяє глибше зрозуміти їх взаємодію з напівглянцевим носієм та сформувані обґрунтовані рекомендації для поліграфічного виробництва.

До основних переваг люстр паперу належать:

- збалансований блиск, який поєднує естетику глянцею і практичність матового;
- комфортне сприйняття зображення при різному освітленні;
- висока деталізація і чіткість кольорів;
- стійкість до відбитків пальців і помірна механічна захищеність поверхні.

Обмеженнями є те, що кольори можуть виглядати трохи менш насиченими, ніж на суперглянцевих паперах, а чорний колір – менш глибоким.

У межах цього дослідження струменевий напівглянцевий (люстр) папір використовується для порівняння впливу проміжного рівня блиску на якість відтворення візуальної інформації. Порівняння його з глянцевиими, матовими та перламутровими паперами дозволяє оцінити, як ступінь блиску і оптичні властивості поверхні впливають на насиченість, контрастність, деталізацію та загальне сприйняття кольору в друкованих зображеннях.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 4, глибина кольорів – 4, декоративний ефект поверхні – 3, цілісність сприйняття – 4, загальна естетична привабливість – 4.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{4+4+3+4+4}{5} = 3,8.$$

3.6 Струменевий молочний перламутр

Струменевий молочний перламутровий папір є спеціалізованим типом матеріалу для струменевого друку, який поєднує естетичну виразність з високими оптичними характеристиками. Його унікальність полягає у здатності створювати перламутровий ефект, що надає зображенням особливого

візуального шарму, глибини та декоративної цінності. Такий ефект досягається завдяки мікрочастинкам перламутру, що входять до складу верхнього покриття паперу. Ці частинки мають складну структуру, яка дозволяє їм частково відбивати і розсіювати світло, створюючи м'який блиск, що змінюється залежно від кута огляду та типу освітлення. На відміну від глянцевого або матового носіїв, перламутровий папір не має однорідної поверхні – його мікроструктура формує легкий оптичний рельєф, який взаємодіє зі світлом, створюючи ефект багатошаровості та глибини. Це дозволяє зображенням виглядати більш об'ємними, живими, з тонкими переливами кольору, що особливо цінується у дизайнерських роботах, художніх репродукціях, рекламних матеріалах, фотокнигах та візуальних презентаціях, де важлива не лише точність передачі кольору, а й емоційна виразність. Молочний відтінок основи паперу відіграє додаткову роль у формуванні загального візуального ефекту. Він пом'якшує контрастність, знижує агресивність кольорів, надає зображенню теплішого, більш природного вигляду. Це особливо помітно при друку пастельних тонів, портретів, інтер'єрних композицій, де важлива делікатність і гармонійність кольорової гами. Перламутрове покриття також сприяє збереженню чіткості контурів і плавності тонових переходів, оскільки мікрочастинки не перешкоджають рівномірному розподілу чорнил. Зображення не втрачає деталізації, а навпаки – виглядає більш витонченим, з глибокими тінями та світлими ділянками, які набувають м'якого сяйва. Це робить перламутровий папір придатним для друку складних композицій, де важлива точність, багатство кольору та декоративний ефект. Водночас варто враховувати, що такий тип носія потребує високоякісних чорнил, здатних взаємодіяти з перламутровим покриттям без втрати насиченості або чіткості. Водорозчинні барвники забезпечують яскравість і прозорість, але можуть бути менш стійкими до зовнішніх впливів; пігментні чорнила гарантують довговічність, але можуть дещо приглушувати блиск. Тому вибір типу чорнил має здійснюватися з урахуванням цілей друку та очікуваного візуального результату. Струменевий молочний перламутровий папір є висококласним носієм, який поєднує декоративність, технічну точність та естетичну глибину. Його використання дозволяє створювати продукцію преміум-рівня, яка вирізняється не лише якістю, а й унікальним візуальним стилем, що відповідає сучасним вимогам дизайнерської та художньої поліграфії.

Структура молочного перламутрового паперу зазвичай багат шарова і включає:

- основу (целюлозну або синтетичну) для стабільності та жорсткості;
- поглинальний шар, який рівномірно утримує чорнила і запобігає їх розтіканню;
- верхній перламутровий шар, що містить мікрочастинки перламутру, формує унікальний оптичний ефект і частково розсіює світло.

Перламутровий ефект, притаманний струменевому молочному перламутровому паперу, відкриває нові можливості для візуального оформлення друкованої продукції, які недоступні при використанні традиційних матових або глянцевого носіїв. Завдяки складній мікроструктурі верхнього шару, що містить світлорозсіювальні перламутрові частинки, зображення набуває тонких градацій кольору, м'якого сяйва та виразної глибини, яка створює ефект багат шаровості та об'ємності. Цей тип паперу дозволяє досягти оптичної витонченості, яка особливо помітна при друку пастельних тонів, світлих ділянок, тіней та градієнтів. Світло, що падає на поверхню, не відбивається дзеркально, як у випадку глянцевого носіїв, і не поглинається повністю, як на матових – воно частково розсіюється та переливається, створюючи м'який блиск, який змінюється залежно від кута огляду. Це надає зображенню динамічності, емоційної глибини та декоративної виразності. Молочний відтінок основи відіграє важливу роль у формуванні загального візуального ефекту. Він пом'якшує контрастність, знижує агресивність кольорів, робить палітру більш стриманою та елегантною. Завдяки цьому зображення виглядає гармонійно, витончено, професійно, що особливо цінується у дизайнерських проєктах, художніх репродукціях, фотокнигах, сертифікатах, рекламних макетах преміум-класу. Водночас, незважаючи на декоративний характер поверхні, перламутровий папір зберігає чіткість деталей і контурів. Мікрочастинки не перешкоджають рівномірному розподілу чорнил, що дозволяє досягти високої точності передачі зображення. Лінії залишаються чіткими, тіні – глибокими, а світлі ділянки – прозорими, без втрати інформації або розмиття. Таким чином, перламутровий ефект у поєднанні з молочним відтінком поверхні створює унікальне поєднання естетики та технічної якості, яке недосяжне при використанні стандартних матових або глянцевого носіїв. Струменевий молочний перламутровий папір є не просто матеріалом для друку, а

інструментом художнього вираження, що дозволяє реалізувати найвибагливіші візуальні концепції з високою точністю, глибиною та емоційною виразністю.

На якість друку на перламутровому струменевому папері суттєво впливає тип чорнил, що використовується у процесі нанесення зображення. Вибір між водорозчинними барвниками та пігментними чорнилами визначає не лише естетичні параметри відбитка, а й його довговічність, стійкість до зовнішніх чинників та здатність зберігати перламутровий ефект. Водорозчинні барвники (dye-based inks) мають дрібну молекулярну структуру, яка дозволяє їм легко проникати в покриття перламутрового паперу, забезпечуючи високу яскравість, прозорість та насиченість кольорів. Завдяки цьому зображення виглядає живим, глибоким і емоційно виразним, а перламутровий ефект – максимально проявляється, створюючи м'яке сяйво та тонкі переливи. Особливо добре такі чорнила передають світлі ділянки, пастельні тони, градієнти та тіні, що робить їх ідеальними для друку художніх репродукцій, дизайнерських макетів, фотокниг та рекламної продукції преміум-класу. Однак водорозчинні барвники мають обмежену стійкість до ультрафіолету, вологи та механічного впливу. Під дією світла вони можуть поступово втрачати інтенсивність, вицвітати або змінювати тональність. При контакті з водою – розмазуватись, втрачати чіткість або навіть повністю зникати. Це обмежує їх використання у продукції, що призначена для тривалого зберігання або експлуатації в умовах змінного середовища. Пігментні чорнила (pigment-based inks), навпаки, формують більш стійкий шар на поверхні перламутрового носія. Їх частинки залишаються на поверхні, не проникаючи глибоко в структуру, що забезпечує архівну стабільність, високу стійкість до вологи, світла, стирання та інших зовнішніх чинників. Це робить пігментні чорнила оптимальними для друку сертифікатів, навчальних матеріалів, технічної документації, фотокниг, які мають зберігатися тривалий час без втрати якості. Проте взаємодія пігментних чорнил з перламутровим покриттям має оптичні особливості: через те, що чорнило не проникає вглиб, а залишається на поверхні, інтенсивність перламутрового ефекту може дещо знижуватись. Це особливо помітно у темних ділянках, де блиск стає менш вираженим, а переливи – приглушеними. Водночас така особливість не є недоліком, а радше характеристикою, яку слід враховувати при виборі типу чорнил

залежно від цілей друку. Таким чином, вибір між водорозчинними та пігментними чорнилами при друку на перламутровому папері є компромісом між декоративністю та довговічністю. Водорозчинні барвники забезпечують максимальний прояв перламутрового ефекту, але потребують захисту; пігментні – гарантують стабільність, але можуть трохи зменшувати візуальну виразність. В межах даного дослідження порівняння цих типів чорнил дозволяє глибше зрозуміти їх взаємодію з перламутровим носієм та сформувані обґрунтовані рекомендації для поліграфічного виробництва.

До основних переваг струменевого молочного перламутру належать:

- унікальний перламутровий ефект і м'який блиск;
- висока деталізація зображення;
- плавні градації кольорів;
- підвищена естетична привабливість для дизайнерських і художніх робіт.

Обмеженнями є дещо приглушена насиченість кольорів і контрастність, а також вища чутливість до правильного налаштування профілю друку.

У цьому дослідженні струменевий молочний перламутр використовується для оцінки того, як спеціальні покриття з мікрочастинками впливають на перцепцію кольору, глибину та блиск зображення. Порівняння його з глянцевиими, матовими та напівглянцевими паперами дозволяє встановити роль оптичних ефектів покриття у сприйнятті якості відтворення візуальної інформації.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 4, глибина кольорів – 3, декоративний ефект поверхні – 4, цілісність сприйняття – 4, загальна естетична привабливість – 4.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{4+3+4+4+4}{5} = 3,8.$$

3.7 Струменевий білий перламутр

Струменевий білий перламутровий папір належить до категорії спеціалізованих матеріалів для струменевого друку, які поєднують декоративну виразність із високими оптичними характеристиками. Його основна особливість полягає у здатності створювати ефект світіння та

м'якого блиску, що надає зображенням глибини, багат шаровості та естетичної витонченості. Такий ефект досягається завдяки перламутровим мікрочастинкам, що входять до складу верхнього покриття, які частково відбивають і розсіюють світло, створюючи м'яке сяйво, яке змінюється залежно від кута огляду. На відміну від молочного перламутрового паперу, білий перламутр має чистіший, більш нейтральний тон поверхні, що дозволяє точніше передавати кольори та відтінки. Молочний відтінок, хоч і додає тепла та м'якості, може дещо змінювати тональність кольорів, особливо у світлих ділянках. Білий перламутровий носій, навпаки, забезпечує високу точність кольоропередачі, зберігаючи при цьому декоративний ефект перламутру. Це робить його особливо придатним для друку фотографій, художніх репродукцій, дизайнерських макетів, рекламної продукції преміум-класу, де важлива як естетика, так і технічна точність. Завдяки нейтральному білому тону, зображення на такому носії виглядає більш контрастним, деталізованим і збалансованим. Перламутровий ефект не перекриває кольори, а навпаки – підкреслює їх, створюючи легке світіння, яке додає глибини та об'ємності. Особливо добре проявляються градієнти, пастельні тони, світлотіньові переходи, а також дрібні текстурні елементи, які на матових або глянцевих носіях можуть втрачати чіткість або зливатися. Білий перламутровий папір також демонструє високу сумісність із водорозчинними та пігментними чорнилами, хоча характер взаємодії з ними має свої особливості. Водорозчинні барвники забезпечують максимальну яскравість і прозорість, дозволяючи повною мірою розкрити перламутровий ефект, але потребують захисту від вологи та ультрафіолету. Пігментні чорнила гарантують архівну стабільність, проте можуть трохи приглушувати блиск, особливо у темних ділянках, що слід враховувати при виборі типу чорнил залежно від цілей друку. Таким чином, струменевий білий перламутровий папір є унікальним носієм, який поєднує точність кольоропередачі з декоративною виразністю. Його використання дозволяє створювати продукцію високого художнього рівня, яка вирізняється не лише якістю, а й візуальною глибиною, емоційною насиченістю та професійним стилем.

Структура білого перламутрового паперу багат шарова і складається з:

- основи (целюлозної або полімерної) для стабільності та механічної міцності;

- поглинального шару, який рівномірно утримує чорнила, забезпечує деталізацію і запобігає розтіканню барвників;

- верхнього перламутрового шару, що містить дрібнодисперсні світловідбивні частинки, формує білий блиск і пом'якшує світлові переходи.

Білий перламутровий папір забезпечує ефект легкого мерехтіння, який надає зображенням особливої візуальної глибини та естетичної витонченості. Завдяки перламутровим мікрочастинкам, що входять до складу верхнього шару, світло частково відбивається і розсіюється, створюючи м'який блиск, який змінюється залежно від кута огляду та типу освітлення. Такий ефект не є агресивним або дзеркальним, як у випадку глянцевого носію, а навпаки – делікатним, стриманим і візуально привабливим. Однією з ключових переваг білого перламутру є його здатність відтворювати плавні тонові переходи, що особливо важливо при друку градієнтів, пастельних тонів, світлотіньових композицій та художніх репродукцій. Зображення виглядає багатошаровим, об'ємним, з м'якими переходами між кольорами, що створює ефект занурення та емоційної глибини. Така властивість робить білий перламутровий папір популярним у сферах, де важлива не лише технічна точність, а й візуальна виразність – зокрема, у друку дизайнерських матеріалів, фотокниг, сертифікатів, рекламної продукції преміум-класу. Попри м'якість кольорів, яка є наслідком взаємодії світла з перламутровим покриттям, деталізація і контрастність зображення не втрачаються. Мікроструктура поверхні дозволяє чорнилам рівномірно розподілятися, зберігаючи чіткість контурів, точність ліній та глибину тіней. Це забезпечує високу якість друку навіть у складних композиціях, де важлива точність передачі дрібних елементів, текстур та кольорових нюансів. Білий тон основи, на відміну від молочного, не змінює тональність кольорів, а навпаки – підкреслює їх природність, дозволяючи досягти максимальної точності кольоропередачі. Це особливо важливо при друку фотографій, де важлива відповідність кольорів реальності, а також у дизайнерських проєктах, де кожен відтінок має значення для загального стилю композиції.

Вплив типу чорнил на якість друку на білому перламутровому папері є аналогічним до інших перламутрових носіїв, проте має свої нюансовані особливості, які слід враховувати при виборі матеріалів для поліграфічного виробництва. Взаємодія чорнил із перламутровим покриттям визначає не лише естетичні параметри зображення, а й його довговічність, стабільність та

здатність зберігати декоративний ефект. Водорозчинні барвники (dye-based inks) забезпечують високу яскравість, прозорість та насиченість кольорів, що дозволяє повною мірою розкрити перламутровий ефект. Завдяки дрібній молекулярній структурі, такі чорнила легко проникають у верхній шар носія, рівномірно розподіляються по поверхні та створюють зображення з м'якими градієнтами, тонкими переходами та світінням, яке змінюється залежно від кута огляду. Це робить водорозчинні чорнила ідеальними для друку художніх репродукцій, фотокниг, дизайнерських макетів, де важлива емоційна виразність та декоративна глибина. Однак водорозчинні барвники мають обмежену стійкість до ультрафіолетового випромінювання, вологи та механічного впливу. Під дією світла вони можуть поступово втрачати інтенсивність, змінювати тональність або вицвітати. При контакті з водою – розмазуватись, втрачати чіткість або навіть повністю зникати. Це обмежує їх використання у продукції, що призначена для тривалого зберігання або експлуатації в умовах змінного середовища. Пігментні чорнила (pigment-based inks), навпаки, формують стійкий поверхневий шар, який не проникає глибоко в структуру носія, а закріплюється на поверхні. Це забезпечує архівну стабільність, високу стійкість до вологи, ультрафіолету, стирання та інших зовнішніх чинників. Завдяки цьому пігментні чорнила широко використовуються для друку сертифікатів, технічної документації, навчальних матеріалів, фотокниг, що мають зберігатися тривалий час без втрати якості. Проте така поверхнева взаємодія має оптичні наслідки: пігментні частинки можуть частково приглушувати перламутровий ефект, особливо у темних ділянках зображення. Блиск стає менш вираженим, а переливи – стриманішими. Це слід враховувати при виборі типу чорнил залежно від цілей друку: якщо пріоритетом є декоративна виразність – доцільніше використовувати водорозчинні барвники; якщо важлива довговічність – перевагу слід надати пігментним чорнилам. Водорозчинні барвники забезпечують максимальну виразність перламутрового ефекту, але потребують захисту; пігментні – гарантують стабільність, але можуть дещо знижувати декоративну глибину. Порівняння цих типів чорнил дозволяє сформулювати обґрунтовані рекомендації щодо вибору матеріалів для поліграфічної продукції різного призначення.

Основні переваги білих перламутрових паперів:

- чистий, нейтральний перламутровий блиск;

- висока деталізація та точність відтворення кольорів;
- плавні градації тонів;
- естетична привабливість для преміальних та дизайнерських робіт.

Недоліками можна вважати трохи приглушену насиченість деяких кольорів і потребу у точному налаштуванні профілю друку для досягнення оптимальної якості.

У межах даного дослідження струменевий білий перламутр використовується для аналізу впливу спеціальних світловідбивних покриттів на сприйняття кольору, глибину та блиск відбитків. Порівняння його з молочним перламутром, глянцевиими та матовими паперами дозволяє оцінити, як характеристики поверхні та оптичні ефекти впливають на загальну якість відтворення візуальної інформації.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 4, глибина кольорів – 4, декоративний ефект поверхні – 4, цілісність сприйняття – 4, загальна естетична привабливість – 4.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{4+4+4+4+4}{5} = 4.$$

3.8 Струменевий сніжний перламутр

Струменевий сніжний перламутровий папір належить до категорії спеціалізованих покриттів для струменевого друку, які забезпечують яскравий перламутровий ефект із холодним відтінком, що вирізняє його серед інших типів перламутрових носіїв. Його поверхня містить мікрочастинки світлорозсіювального матеріалу, які формують легкий білуватий блиск, що змінюється залежно від кута огляду та типу освітлення. Такий блиск не є агресивним або дзеркальним, як у глянцевиих носіях, а навпаки – м'яким, стриманим і візуально привабливим. На відміну від молочного перламутру, який має теплий кремовий відтінок, або білого – нейтральну основу, сніжний перламутр має виражений холодний тон, що створює ефект «сніжності» – чистоти, прозорості та легкого сяйва. Це дозволяє зображенням виглядати більш сяючими, свіжими, з акцентом на холодні кольори, такі як блакитний, сірий, фіолетовий, бірюзовий. Завдяки

цьому сніжний перламутровий папір особливо ефективний при друку зимових композицій, інтер'єрних макетів, фотопортретів у холодній гамі, а також рекламних матеріалів, де важлива естетика чистоти та витонченості. Поверхня такого носія дозволяє досягти високої деталізації та плавності тонових переходів, що робить його придатним для друку складних композицій, градієнтів, світлотіньових ефектів. Зображення виглядає глибоким, багат шаровим, з м'якими переливами, які підсилюють емоційне сприйняття. Особливо добре проявляються світлі ділянки, пастельні тони, а також текстурні елементи, які на матових або глянцевиx носіях можуть втрачати чіткість або зливатися. Сніжний перламутровий папір також демонструє добру сумісність із водорозчинними та пігментними чорнилами, хоча характер взаємодії з ними має свої особливості. Водорозчинні барвники забезпечують максимальну яскравість і прозорість, дозволяючи повною мірою розкрити перламутровий ефект, але потребують захисту від вологи та ультрафіолету. Пігментні чорнила гарантують архівну стабільність, проте можуть трохи приглушувати блиск, особливо у темних ділянках, що слід враховувати при виборі типу чорнил залежно від цілей друку. Струменевий сніжний перламутровий папір є висококласним декоративним носієм, який поєднує естетичну виразність із технічною точністю. Його використання дозволяє створювати продукцію преміального рівня, яка вирізняється не лише якістю, а й унікальним візуальним стилем, що відповідає сучасним вимогам дизайнерської та художньої поліграфії.

Структура сніжного перламутру зазвичай включає:

- основу (целюлозну або синтетичну) для стабільності та жорсткості носія;
- поглинальний шар, який забезпечує рівномірне утримання чорнил і запобігає їх розтіканню;
- верхній шар з дрібнодисперсними світловідбивними частинками, що формує сніжний блиск та ефект легкого мерехтіння.

Перламутровий ефект сніжного струменевого паперу дозволяє досягти особливої глибини кольорів та плавності тонових переходів, що є визначальними характеристиками для створення візуально витончених і естетично насичених зображень. Завдяки мікроструктурі поверхні, яка містить світлорозсіювальні перламутрові частинки з холодним білуватим відтінком, зображення набуває легкого мерехтіння, що змінюється залежно

від кута огляду та типу освітлення. Цей ефект не лише додає композиції декоративної глибини, а й підкреслює холодні відтінки кольорової гами, роблячи їх більш прозорими, чистими та елегантними. Кольори на такому носії виглядають яскравими, але трохи охолодженими, що створює враження свіжості, витонченості та професійного стилю. Це особливо актуально для зимових сюжетів, інтер'єрних макетів, портретів у холодній гамі, а також для дизайнерських рішень, де важлива стриманість і преміальна естетика. Попри м'якість кольорів, деталізація та контрастність не втрачаються. Мікрорельєф поверхні забезпечує рівномірне розподілення чорнил, чіткість контурів, точність ліній та глибину тіней. Зображення виглядає багатошаровим, з плавними переходами між тонами, що створює ефект занурення та емоційної насиченості. Це робить сніжний перламутровий папір придатним для друку складних композицій, художніх репродукцій, фотокниг, рекламних макетів, сертифікатів та іншої продукції, де важлива висока якість передачі кольору у поєднанні з декоративною виразністю. Завдяки своїм властивостям, такий папір широко використовується у дизайнерській та рекламній поліграфії, а також у виробництві продукції преміум-класу, де важлива не лише технічна точність, а й емоційний вплив зображення на глядача. Його здатність поєднувати естетику, глибину та функціональність робить його універсальним інструментом для реалізації найвибагливіших візуальних концепцій. Струменевий сніжний перламутровий папір є висококласним носієм, який поєднує декоративну витонченість із технічною стабільністю. Його використання дозволяє створювати продукцію, що вирізняється не лише якістю, а й унікальним стилем, який відповідає сучасним вимогам художньої, рекламної та дизайнерської поліграфії.

Вплив типу чорнил на якість друку подібний до інших перламутрових паперів: водорозчинні барвники забезпечують насиченість та прозорість кольорів, проте менш стійкі до ультрафіолету та вологи; пігментні чорнила формують більш щільний і стійкий шар, зберігаючи архівну стабільність, але трохи зменшують інтенсивність блиску та холодного відтінку.

Основні переваги сніжного перламутру:

- яскравий, холодний перламутровий блиск;
- висока деталізація та чіткість зображення;
- плавні градації тонів;
- ефект «сніжного сяйва», що підвищує естетичну привабливість.

Обмеженнями є трохи приглушена насиченість деяких теплих кольорів та необхідність точного налаштування профілю друку для максимальної реалізації оптичного ефекту.

У межах цього дослідження струменеви́й сніжний перламутр використовується для оцінки того, як спеціальні світловідбивні покриття з холодним перламутровим ефектом впливають на сприйняття кольору, глибину та блиск відбитків. Порівняння його з іншими типами перламутрових паперів, а також з глянцеви́ми, матови́ми та напівглянцеви́ми поверхнями дозволяє комплексно оцінити вплив покриття на якість відтворення візуальної інформації.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 3, глибина кольорів – 3, декоративний ефект поверхні – 2, цілісність сприйняття – 3, загальна естетична привабливість – 5.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{4+4+5+4+4}{5} = 4,2.$$

3.9 Струменеви́й шовк (напівглянець)

Струменеви́й шовкови́й (напівглянцеви́й) папір є спеціалізованим типом носія для струменевого друку, який поєднує м'яку текстуру поверхні з помірним блиском, створюючи характерний ефект шовковистості зображення. Такий тип покриття розроблений як компромісне рішення між глянцеви́ми та матови́ми матеріалами, що дозволяє досягти високої якості друку при зниженому рівні дзеркального відбиття. Основною особливістю шовкового паперу є делікатна мікроструктура, яка забезпечує рівномірне розсіювання світла, зменшуючи інтенсивність відблисків, характерних для глянцеви́х носіїв. Це створює комфортні умови для перегляду зображення під різними кутами та при змінному освітленні, що особливо важливо для презентаційних матеріалів, фотокниг, сертифікатів та художніх репродукцій. Водночас шовкови́й папір зберігає вищу насиченість кольорів порівняно з матови́ми аналогами, завдяки здатності частково відбивати світло. Зображення виглядає яскравим, глибоким, з чіткими контурами та плавними тоновими переходами. Особливо добре проявляються текстурні елементи,

світлотіньові ефекти, пастельні тони та градієнти, що робить цей тип носія придатним для друку складних композицій з високими вимогами до точності передачі кольору. Шовкова текстура також сприяє збереженню деталізації, оскільки не створює оптичних спотворень, як це може траплятися на глянцеvih поверхнях. Лінії залишаються чіткими, а тіні – глибокими, без втрати інформації або розмиття. Це дозволяє використовувати шовковий папір у тих випадках, коли важлива не лише естетика, а й технічна точність – наприклад, у друку портретів, архітектурних візуалізацій, дизайнерських макетів. Крім того, шовковий папір демонструє добру сумісність із водорозчинними та пігментними чорнилами. Водорозчинні барвники забезпечують максимальну яскравість і прозорість, підкреслюючи блиск і глибину кольору, але потребують захисту від вологи та ультрафіолету. Пігментні чорнила формують стійкий поверхневий шар, гарантують архівну стабільність, проте можуть трохи приглушувати блиск, особливо у темних ділянках. Струменевий шовковий (напівглянцевий) папір є універсальним носієм, який поєднує естетичну витонченість із функціональною надійністю. Його використання дозволяє створювати продукцію преміального рівня, яка вирізняється не лише якістю друку, а й візуальним стилем, що відповідає сучасним вимогам художньої, рекламної та дизайнерської поліграфії.

Структура шовкового напівглянцевого паперу багат шарова і включає:

- основу (целюлозну або полімерну), яка забезпечує стабільність, жорсткість і підтримку формату;
- поглинальний шар, що рівномірно утримує чорнила, запобігає розтіканню і забезпечує чіткість тонових переходів;
- верхній шовковий шар з мікрорельєфом, який формує напівглянцеву поверхню з характерним шовковистим блиском.

Мікрорельєф поверхні забезпечує помірне розсіювання світла, що зменшує відблиски і надає зображенню м'якість та елегантність. Така структура оптимальна для друку фотографій, портретів, репродукцій і рекламної продукції, де важлива деталізація, плавність тонових переходів і комфортне сприйняття кольору.

На якість друку впливає тип чорнил. Водорозчинні барвники забезпечують яскравість і прозорість відтінків, проте можуть втрачати інтенсивність при впливі ультрафіолету та вологи. Пігментні чорнила

формують стійкий шар, зберігаючи архівну стабільність, але трохи приглушують блиск і шовковистість поверхні.

Основні переваги струменевого шовку (напівглянцю):

- помірний, шовковистий блиск, що поєднує естетику і практичність;
- високий рівень деталізації і чіткість тонових переходів;
- комфортне сприйняття зображення при різному освітленні;
- стійкість до відбитків пальців і помірна механічна захищеність.

Обмеженням є трохи менша насиченість кольорів порівняно з глянцеви́ми або суперглянцеви́ми паперами.

В межах цього дослідження струменевий шовк напівглянець використовується для оцінки того, як текстура і проміжний рівень блиску поверхні впливають на насиченість, контрастність, деталізацію та загальне сприйняття кольору. Порівняння його з глянцеви́ми, матовими, люстр і перламутровими паперами дозволяє комплексно оцінити вплив оптичних та фізичних властивостей поверхні на якість друку.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 4, глибина кольорів – 4, декоративний ефект поверхні – 3, цілісність сприйняття – 4, загальна естетична привабливість – 4.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{4+4+3+4+4}{5} = 3,8.$$

3.10 Струменевий суперглянець

Струменевий суперглянцевий папір є високоспеціалізованим носієм для струменевого друку, який вирізняється максимально гладкою, дзеркальною поверхнею, здатною забезпечити виняткову яскравість, глибину та контрастність зображення. Його структура оптимізована для досягнення візуального ефекту, недосяжного на матових або напівглянцевих основах, що робить його незамінним у сферах, де важлива максимальна естетична виразність. Завдяки високому коефіцієнту відбиття світла, суперглянцева поверхня створює ефект дзеркального блиску, який підсилює насиченість кольорів, робить тіні глибшими, а світлі ділянки – яскравішими. Це дозволяє досягти вражаючої контрастності, що особливо важливо при друку фотографій,

рекламних макетів, презентаційних матеріалів, художніх репродукцій, де кожен колір має бути максимально виразним. Окрім яскравості, суперглянцевий папір забезпечує високу деталізацію зображення. Завдяки ідеально гладкій поверхні, чорнила не розтікаються, а залишаються чітко окресленими, що дозволяє точно передавати дрібні елементи, текстури, контури та мікроелементи композиції. Це робить його придатним для друку високоякісних портретів, технічних візуалізацій, макрофотографії та інших типів зображень, де важлива оптична точність. Водночас така поверхня має високу чутливість до зовнішніх чинників – зокрема, до відбитків пальців, подряпин, пилу та вологи. Тому продукція, надрукована на суперглянцевому папері, потребує обережного поводження або додаткового захисту, особливо у випадках тривалого зберігання чи частого перегляду. Суперглянцевий папір добре взаємодіє з водорозчинними барвниками, які забезпечують максимальну прозорість, глибину та яскравість кольорів. Проте такі чорнила мають обмежену стійкість до ультрафіолету та вологи. Пігментні чорнила, навпаки, формують більш стійкий шар, але можуть трохи приглушувати блиск, особливо у темних ділянках, що слід враховувати при виборі типу чорнил залежно від цілей друку. Струменевий суперглянцевий папір є висококласним носієм, який забезпечує максимальну естетичну виразність, глибину кольору та технічну точність. Його використання доцільне у тих випадках, коли пріоритетом є візуальний ефект, яскравість та контрастність, що відповідає вимогам сучасної художньої, рекламної та презентаційної поліграфії.

Структура суперглянцевого паперу багат шарова:

- основа (целюозна або полімерна) забезпечує стабільність та механічну міцність;
- поглинальний шар, який утримує чорнила на поверхні та запобігає розтіканню;
- верхній полімерний суперглянцевий шар, що формує дзеркальний блиск і оптимальну гладкість поверхні для точного відтворення деталей.

Гладкість поверхні струменевого суперглянцевого паперу є одним із ключових факторів, що дозволяє максимально реалізувати потенціал струменевого друку. Завдяки ідеально рівному, дзеркальному покриттю, чорнила рівномірно розподіляються по поверхні, не вбираючись у глибину, що забезпечує високу насиченість кольорів, чіткість контурів та плавність тонових градацій. Це особливо важливо при друку фотографій, художніх

репродукцій, рекламних макетів, де кожен елемент композиції має бути максимально виразним. Гладка поверхня сприяє точному відтворенню дрібних деталей, мікротекстур, світлотіньових переходів, що робить суперглянцевий папір ідеальним для друку високоякісних портретів, макрофотографії, технічних візуалізацій. Зображення на такому носії виглядає глибоким, об'ємним, з вираженим ефектом занурення, що досягається завдяки високому коефіцієнту відбиття світла. Однак саме ця властивість – висока відбивна здатність – має і практичні обмеження, які необхідно враховувати при експлуатації готової продукції. Дзеркальний блиск, хоч і підсилює візуальний ефект, може створювати відблиски, що ускладнюють перегляд зображення під певними кутами або при яскравому освітленні. Це особливо критично у випадках, коли продукція призначена для демонстрації в умовах змінного світла – виставки, презентації, вітрини. Крім того, суперглянцева поверхня є чутливою до механічного впливу – вона легко вбирає відбитки пальців, пил, мікроподряпини, які можуть знижувати естетичну якість зображення. Тому продукція, надрукована на такому носії, потребує обережного поводження, захисту або додаткового ламінування, особливо у випадках тривалого зберігання чи частого перегляду. Вибір типу чорнил також впливає на експлуатаційні характеристики. Водорозчинні барвники забезпечують максимальну яскравість і прозорість, але мають низьку стійкість до вологи та ультрафіолету. Пігментні чорнила, навпаки, формують стійкий поверхневий шар, придатний для архівного зберігання, але можуть трохи приглушувати блиск, особливо у темних ділянках. Гладкість поверхні суперглянцевого паперу є технологічною перевагою, що дозволяє досягти виняткової якості друку, але водночас вимагає уважного ставлення до умов експлуатації.

Тип чорнил також значно впливає на результат:

- водорозчинні барвники забезпечують яскравість і прозорість кольорів, але менш стійкі до світла та вологи;
- пігментні чорнила формують більш щільний і стійкий шар, зберігаючи архівну стабільність, проте можуть трохи приглушувати дзеркальний блиск.

Основні переваги суперглянцевого паперу:

- максимально насичені, яскраві кольори;
- висока деталізація та глибина зображення;
- плавність тонових переходів;

– ефект дзеркального блиску, що підкреслює естетичну привабливість фотопродукції.

Обмеження включають чутливість до відблисків та механічних впливів, а також потребу у точному налаштуванні друку для досягнення оптимальної передачі кольору.

В межах цього дослідження струменевий суперглянець використовується для оцінки максимального впливу поверхневого блиску на насиченість, контрастність, деталізацію та сприйняття кольору. Порівняння його з гляцевими, матовими, напівгляцевими та перламутровими паперами дозволяє комплексно проаналізувати роль оптичних властивостей поверхні у якості відтворення візуальної інформації.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 5, глибина кольорів – 5, декоративний ефект поверхні – 5, цілісність сприйняття – 5, загальна естетична привабливість – 5.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{5+5+5+5+5}{5} = 5.$$

3.11 Лазерний папір

Лазерний папір є спеціалізованим типом носія, призначеним для друку на електростатичних лазерних принтерах і копіювальних апаратах, де зображення формується за допомогою тонера – порошкоподібної фарбувальної речовини, яка під дією високої температури плавиться та фіксується на поверхні паперу. Такий принцип друку суттєво відрізняється від струменевого, де зображення створюється шляхом проникнення рідких чорнил у покриття носія. Ця технологічна відмінність визначає специфіку взаємодії матеріалу з фарбувальним агентом, а також впливає на кольоропередачу, контрастність, деталізацію та експлуатаційні властивості готової продукції. Поверхня лазерного паперу має бути термостійкою, гладкою та антистатичною, щоб забезпечити ефективне перенесення тонера з фотобарабана, його рівномірне розподілення та надійне закріплення під дією термозакріплювача. Для цього використовуються спеціальні покриття, які витримують короткочасний вплив температури понад 180 °С, не деформуються, не змінюють кольору та не

спричиняють залипання в механізмах принтера. Оскільки тонер не проникає вглиб волокон, а залишається на поверхні, зображення формується поверхнево, що забезпечує високу чіткість контурів, відмінну деталізацію та стабільну кольоропередачу. Такий тип друку особливо ефективний для відтворення тексту, графіки, штрихових зображень, схем, а також кольорових макетів із високим рівнем контрасту. Водночас, через відсутність глибокого проникнення, лазерний друк може мати менш виражену глибину кольору порівняно зі струменевим, особливо при відтворенні градієнтів або тонких тонових переходів. Лазерний папір також має високу стійкість до вологи, стирання та механічного впливу, оскільки тонер після фіксації утворює щільний полімерний шар. Це робить його придатним для друку документів, що піддаються частому використанню, зберігаються тривалий час або експлуатуються в умовах підвищеного навантаження (наприклад, інструкції, сертифікати, технічна документація). Залежно від типу покриття, лазерний папір може бути матовим, глянцеvim, напівглянцеvim або текстурованим, що дозволяє адаптувати його до різних дизайнерських і функціональних завдань. Проте важливо враховувати, що не всі декоративні покриття, призначені для струменевого друку, сумісні з лазерною технологією – деякі з них можуть не витримувати високих температур або перешкоджати адгезії тонера. Лазерний папір є високотехнологічним носієм, оптимізованим для специфіки лазерного друку. Його властивості забезпечують високу якість зображення, стабільність та довговічність, що робить його незамінним у багатьох сферах офісного, рекламного та технічного друку.

Структура лазерного паперу включає:

- основу (зазвичай целюлозну) для стабільності та механічної міцності;
- верхній покривний шар, який поліпшує гладкість, дозволяє тонеру рівномірно розплавлятися і забезпечує якісну фіксацію відбитка;
- додаткові покриття для підвищення білизни та рівномірності поверхні.

Особливості лазерного паперу:

- висока щільність та гладкість поверхні забезпечують рівномірне нанесення тонера;
- відсутність проникнення тонера в глибину паперу, що впливає на відтінки кольору та деталізацію;
- обмежена здатність до насичення кольорів, особливо при друку фотографій, порівняно зі струменевими паперами.

Типові переваги лазерного паперу:

- чіткість і контрастність тексту;
- швидке висихання та готовність відбитків до використання;
- хороша сумісність із високошвидкісними принтерами та копіювальними апаратами;
- висока механічна стійкість.

Обмеження:

- порівняно менша насиченість кольорів і глибина чорного;
- обмежена передача плавних градацій кольорів, що менш придатно для художніх та фотографічних відтворень;
- залежність якості від тонера та налаштувань принтера.

У межах цього дослідження лазерний папір використовується як еталон для порівняння типів поверхні і технології друку. Порівняння відбитків на лазерному папері з різними струменевими паперами дозволяє оцінити вплив матеріалу і технології на насиченість, контрастність, деталізацію та загальну якість відтворення візуальної інформації, а також визначити переваги та обмеження кожного підходу.

Оцінки за практичними критеріями становлять: візуальна яскравість – 3, глибина кольорів – 3, декоративний ефект поверхні – 2, цілісність сприйняття – 3, загальна естетична привабливість – 5.

Інтегральна практична оцінка становить:

$$Q = \frac{2+2+1+2+2}{5} = 1,8.$$

Таблиця 3.1 – Теоретична характеристика основних типів друку

№	Тип паперу	Q
1	Термосублімаційний глянцекий	4,0
2	Термосублімаційний матовий	2,8
3	Струменевий глянцекий	3,8
4	Струменевий матовий	2,8
5	Струменевий люстр	3,8
6	Струменевий молочний перламутр	3,8
7	Струменевий білий перламутр	4,0
8	Струменевий сніжний перламутр	4,2
9	Струменевий шовк	3,8
10	Струменевий суперглянець	5,0
11	Лазерний папір	1,8

4 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Критерії експериментальної оцінки.

В експериментальній частині дослідження виконано техніко-репродукційну оцінку якості друкованих відбитків, що характеризує точність та стабільність відтворення зображення незалежно від декоративного ефекту.

Оцінювання проводилось за такими критеріями:

- рівномірність заливки – однорідність тону без плям і смуг;
- чіткість дрібних деталей – відтворення тонких ліній і текстур;
- стабільність тональних переходів – плавність градієнтів без розривів;
- контрастність без втрати деталей – збереження інформації у світлах і тінях;
- повторюваність результату друку – стабільність відбитків при повторному друці.

Оцінювання здійснювалося за п'ятибальною шкалою (1-5 балів).

Інтегральна експериментальна оцінка визначається за (3.1).

4.1 Термосублімаційний, глянцевий папір

Термосублімаційний глянцевий папір використовується для отримання високоякісних фотозображень завдяки технології термосублімації барвника. У цьому методі барвник у твердій формі перетворюється на газоподібний стан під впливом високої температури, після чого дифундує у полімерний покрив фотопаперу і твердне у ньому, створюючи насичені, яскраві та стійкі кольори.

1. Підготовка та друк.

Для друку були використані зразки фотографій з різними кольорними градаціями та деталізацією. Зображення були надруковані на термосублімаційному глянцевому папері відповідно до стандартного профілю друку виробника принтера.

2. Спостереження та аналіз.

При візуальному аналізі відбитків було відзначено:

- насиченість кольорів. Рівень насиченості кольорів вражає своєю інтенсивністю: червоний, синій та зелений виглядають особливо яскраво, глибоко і природно. Відтінки не втрачають своєї чистоти навіть при складному освітленні, що забезпечує реалістичне та естетично привабливе відтворення

зображень. Така насиченість сприяє високій емоційній виразності друку, роблячи його придатним для художніх та рекламних застосувань;

- контрастність. Високий рівень контрастності забезпечує чітке розмежування між світлими і темними зонами зображення. Переходи між тонами виглядають природно, без втрати деталізації або появи небажаних артефактів. Це особливо важливо для фотографій з великою кількістю тіней або складною світлотіньовою моделлю, де важлива точність передачі об'ємів;

- деталізація. Відтворення дрібних елементів – таких як текстури тканини, прожилки листя, дрібні об'єкти на задньому плані – здійснюється з високою точністю. Зображення не втрачає чіткості навіть при збільшенні, що свідчить про якісну взаємодію носія з чорнилом. Відсутність розмиття або патьоків дозволяє використовувати матеріал для технічної графіки, репродукцій мистецтва та архівного друку;

- блиск поверхні. Поверхня має дзеркальний блиск, що створює ефект преміальної фотокартки або глянцевого журналу. Такий блиск додає глибини та візуальної привабливості, особливо при перегляді під кутом. Однак під прямим джерелом світла можливі сильні відблиски, які можуть ускладнювати сприйняття зображення. Це слід враховувати при експозиції або презентації матеріалу в умовах яскравого освітлення.

3. Вплив типу чорнил.

Хоча термосублімаційні принтери використовують спеціальні барвники, важливо підкреслити, що ці барвники інтегруються безпосередньо в структуру покриття носія, утворюючи стабільні хімічні зв'язки з його полімерною основою. Такий механізм фіксації забезпечує високу стійкість зображення до зовнішніх впливів – зокрема, до вологи, ультрафіолетового випромінювання та механічного стирання. На відміну від водорозчинних чорнил, які залишаються на поверхні паперу і можуть розтікатися або вицвітати під дією світла та води, термосублімаційні барвники демонструють тривалу збереженість кольору, що робить їх ідеальними для виготовлення фотопродукції, сувенірної поліграфії та матеріалів, призначених для тривалого використання в умовах змінного клімату.

4. Висновки по термосублімаційному глянцевою папері (рис. 4.1):

- технологія термосублімації забезпечує високу насиченість, контрастність і деталізацію;

- глянцева поверхня підкреслює кольори і глибину зображення;

- основним обмеженням є відблиски при прямому освітленні;
- даний тип паперу є еталонним для оцінки максимальних можливостей передачі кольору в межах дослідження.



Рисунок 4.1 – Термосублімаційний, глянцевий

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 5; чіткість дрібних деталей – 4; стабільність тональних переходів – 5; контрастність без втрати деталей 4; повторюваність результату друку – 5.

$$Q = \frac{5+4+5+4+5}{5} = 4,6.$$

4.2 Термосублімаційний друк, матовий папір

Термосублімаційний матовий папір застосовується у тих випадках, коли необхідна зменшена відбивна здатність поверхні при збереженні високої якості кольоропередачі. На відміну від глянцевого паперу, матова поверхня дозволяє отримати зображення без сильних відблисків, що робить їх більш комфортними для перегляду при різному освітленні.

1. Підготовка та друк.

Для експерименту були надруковані ті самі зразки фотографій, що і на глянцевому папері, використовуючи стандартний профіль друку для

термосублімаційних принтерів. Матове покриття зменшує блиск, але не впливає на механізм проникнення барвника у полімерний шар.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз відбитків показав наступне:

– насиченість кольорів. Рівень насиченості кольорів дещо поступається глянцеви́м носіям, матовий папір забезпечує збалансовану та природну передачу кольорів. Відтінки виглядають стримано, без надмірної яскравості, що особливо доречно для репродукцій, портретів або документального друку, де важлива точність, а не декоративність. Такий тип насиченості сприяє збереженню кольорової гармонії навіть при складному освітленні;

– контрастність. Висока контрастність із плавними, м'якими переходами між світлими і темними ділянками створює ефект глибини без різких меж. Це дозволяє зображенням виглядати більш природно, з особливою виразністю у тінювих зонах. Такий тип контрасту добре підходить для художніх фотографій, де важлива атмосфера та нюансування світлотіней;

– деталізація. Дрібні елементи, такі як текстури, волосся, листя або архітектурні деталі, передаються з достатньою чіткістю. Однак матова поверхня має властивість трохи приглушувати візуальне сприйняття глибини, що може зменшити ефект тривимірності. Незважаючи на це, загальна точність передачі деталей залишається високою, що робить матеріал придатним для технічних і дизайнерських застосувань;

– блиск поверхні. Поверхня практично не має блиску, що значно покращує комфорт перегляду. Відсутність дзеркального ефекту усуває проблему відблисків при яскравому освітленні або під прямим сонячним світлом. Це особливо важливо для презентацій, виставкових матеріалів або друку, призначеного для тривалого перегляду, де важлива стабільність візуального сприйняття.

3. Вплив типу чорнил.

Як і у випадку глянцевого фотопаперу, термосублімаційні барвники демонструють високу стабільність і стійкість кольорів завдяки глибокому проникненню в полімерну структуру носія. Цей процес забезпечує тривалу фіксацію зображення, захищаючи його від впливу вологи, ультрафіолетового випромінювання та механічного стирання. Матовий покрив, хоча й не змінює хімічних властивостей барвника, відіграє важливу роль у формуванні візуального сприйняття: він знижує дзеркальний блиск, що характерний для

глянцевих поверхонь, і водночас трохи приглушує інтенсивність кольорів. Це створює більш стриманий, м'який візуальний ефект, який особливо цінується в репродукціях, портретній фотографії та презентаційних матеріалах, де важлива не яскравість, а комфорт і точність передачі зображення.

4. Висновки по термосублімаційному матовому папері (рис. 4.2):

- матовий папір забезпечує комфортне сприйняття зображення без сильних відблисків;
- насиченість кольорів трохи нижча, ніж на глянцевому папері, але деталізація зберігається на високому рівні;
- ефективний для фотодруку, де важлива читабельність і комфорт перегляду, а не дзеркальний блиск;
- матовий термосублімаційний папір є важливим зразком для порівняння впливу блиску на якість друку у практичній частині дослідження.



Рисунок 4.2 – Термосублімаційний, матовий

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 5; чіткість дрібних деталей – 4; стабільність тональних переходів – 5; контрастність без втрати деталей 4; повторюваність результату друку – 5.

$$Q = \frac{5+4+5+4+5}{5} = 4,6.$$

4.3 Струменевий друк, глянцевої папір

Струменевий глянцевої папір використовується для отримання насичених і яскравих відбитків завдяки гладкій дзеркальній поверхні та здатності чорнил залишатися на верхніх шарах покриття. На відміну від термосублімаційного друку, де барвник проникає всередину полімерного шару, струменевий метод формує зображення переважно на поверхні, що створює специфічну текстуру та блиск.

1. Підготовка та друк.

Для дослідження були використані ті самі зразки фотографій, що й для термосублімаційного паперу. Друк здійснювався струменевим принтером із стандартними профілями для глянцевого паперу. Особлива увага приділялася рівномірному висиханню чорнил та мінімізації розтікання на поверхні.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз відбитків показав:

- насиченість кольорів. Глянцева поверхня сприяє надзвичайно високій насиченості кольорів: відтінки виглядають яскравими, глибокими та візуально привабливими. Такий ефект досягається завдяки високому ступеню відбиття світла, що підсилює контраст між кольоровими зонами та створює враження «живого» зображення. Особливо виразно виглядають теплі тони (червоний, жовтий, помаранчевий) та насичені холодні кольори (синій, бірюзовий), що робить глянцевої носій ідеальним для художньої фотографії, рекламної продукції та презентаційних матеріалів;

- контрастність. Рівень контрастності залишається добрим: переходи між світлими і темними ділянками чіткі, але не надмірно різкі. Це дозволяє зберігати природність зображення, водночас забезпечуючи достатню глибину та об'єм. Глянцева структура підсилює візуальне розмежування тонів, що особливо важливо для зображень з великою кількістю деталей у тінюваних зонах;

- деталізація. Відтворення дрібних елементів – таких як текстури тканини, волосся, листя або архітектурні фрагменти – здійснюється з високою точністю. Проте дзеркальний блиск поверхні може створювати локальні відблиски під прямим освітленням, що іноді ускладнює розпізнавання деталей. Це слід враховувати при експозиції або перегляді зображень у яскраво освітлених приміщеннях, де можливе часткове перекриття візуальної інформації;

– блиск поверхні. Поверхня має виражений дзеркальний блиск, який не лише підсилює насиченість кольорів, а й створює ефект глибини та візуального об'єму. Такий блиск додає зображенню преміального вигляду, роблячи його схожим на професійні фотокартки. Однак він також може бути джерелом оптичних перешкод при перегляді під прямим світлом, що варто враховувати при виборі умов демонстрації.

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні чорнила на основі барвників забезпечують високу яскравість, прозорість і чистоту кольорів. Завдяки добрій взаємодії з покриттям фотопаперу, вони створюють насичені зображення з плавними переходами та високою деталізацією. Проте їхня хімічна структура залишається чутливою до зовнішніх чинників: під тривалим впливом ультрафіолету, вологи або підвищеної температури барвники можуть втрачати інтенсивність, вицвітати або розтікатися. Це обмежує їх застосування в умовах, де потрібна довготривала збереженість зображення – наприклад, в архівному друці або зовнішній рекламі. На відміну від барвників, пігментні чорнила складаються з мікроскопічних частинок, які осідають на поверхні носія, формуючи стабільний і водостійкий шар. Така структура забезпечує високу архівну стабільність, стійкість до світла, вологи та механічного стирання. Зображення, надруковані пігментними чорнилами, зберігають свою якість протягом десятиліть, що робить їх ідеальними для професійного друку, документації та репродукцій. Однак через поверхневу фіксацію пігмент може дещо знижувати блиск і візуальну інтенсивність кольорів, особливо на глянцеvih носіях, що слід враховувати при виборі матеріалу для естетично насичених зображень.

4. Висновки по струменевому глянцеvому папері (рис. 4.3).

- глянцеvий струменевий папір забезпечує високу яскравість і контрастність кольорів;
- блиск поверхні підкреслює глибину та насиченість зображення, але може створювати відблиски при прямому освітленні;
- деталі передаються чітко, що робить папір придатним для фотодруку, рекламних матеріалів і презентаційних відбитків;
- є важливим зразком для порівняння впливу поверхневого блиску на сприйняття якості друку у практичній частині дослідження.

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 4; чіткість дрібних деталей – 4; стабільність тональних переходів – 4; контрастність без втрати деталей 4; повторюваність результату друку – 4.

$$Q = \frac{4+4+4+4+4}{5} = 4.$$



Рисунок 4.3 – Струменевий, глянцевий

4.4 Струменевий друк, матовий папір

Струменевий матовий папір використовується для отримання зображень без відблисків, де важлива зручність перегляду та плавність тонових переходів. Матовий папір розсіює світло, що дозволяє отримати більш приглушені, але водночас деталізовані відбитки.

1. Підготовка та друк.

Для експерименту були надруковані ті самі зразки фотографій, що й для глянцевого паперу, з використанням стандартного профілю друку для матових поверхонь. Особлива увага приділялася контролю за рівномірністю нанесення чорнил і уникненню нерівностей через поглинальний шар.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз відбитків показав:

– насиченість кольорів. Насиченість кольорів на напівматовому носії дещо нижча порівняно з глянцеvim, однак залишається в межах природного і збалансованого сприйняття. Відтінки виглядають стримано, без надмірної яскравості, що сприяє точній передачі кольорової гами без спотворень. Такий тип насиченості особливо доречний для портретної фотографії, репродукцій мистецтва та друку, де важлива автентичність кольору;

– контрастність. Контрастність зображення гарна, з чіткими, але м'якими переходами між світлими і темними ділянками. У порівнянні з глянцеvими відбитками, контраст виглядає менш агресивним, що створює більш делікатне і природне візуальне враження. Це дозволяє уникнути надмірної різкості, зберігаючи при цьому достатню глибину та об'єм;

– деталізація. Дрібні елементи, такі як текстури, волосся, листя або архітектурні фрагменти, передаються з високою точністю. Однак через знижений блиск і пом'якшене світлове відбиття сприйняття глибини може бути трохи менш виразним, ніж на глянцеvому носії. Незважаючи на це, загальна якість деталізації залишається високою, що робить матеріал придатним для професійного друку з акцентом на точність, а не на декоративність;

– блиск поверхні. Поверхня має мінімальний блиск, що значно покращує комфорт перегляду при різному освітленні. Відсутність дзеркальних відблисків дозволяє зображенню залишатися читабельним навіть під прямим світлом, що особливо важливо для виставкових експозицій, презентацій або друку, призначеного для тривалого перегляду. Такий тип покриття поєднує естетичну стриманість із практичною зручністю.

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні барвники – цей тип чорнил забезпечує високу прозорість кольорів і м'яку, плавну передачу тональних градацій. Завдяки здатності проникати в покриття носія, барвники створюють яскраві, насичені зображення з природними переходами між відтінками. Особливо добре вони працюють на глянцеvих поверхнях, де оптична глибина підсилює візуальний ефект. Однак їхня молекулярна структура є чутливою до зовнішніх впливів: ультрафіолетове випромінювання, волога та механічне стирання можуть призвести до втрати кольору, розмиття або вицвітання. Це обмежує їх застосування в умовах, де потрібна довготривала стабільність – наприклад, у зовнішній рекламі або архівному зберіганні. Пігментні чорнила складаються з твердих частинок, які осідають на поверхні носія, утворюючи щільний,

стабільний шар. Така структура забезпечує високу архівну стабільність, стійкість до світла, вологи та фізичних пошкоджень. Зображення, надруковані пігментом, зберігають свою якість протягом десятиліть, що робить їх ідеальними для професійного друку, документації, репродукцій та музейних копій. Проте на матових поверхнях пігмент може дещо приглушувати кольори, знижуючи їхню яскравість і глибину. Це слід враховувати при виборі матеріалу, якщо пріоритетом є візуальна насиченість.

4. Висновки по струменевому матовому папері (рис. 4.4).

- матовий папір забезпечує комфортне сприйняття зображень без відблисків;
- насиченість кольорів трохи нижча, ніж на глянці, але деталізація зберігається на високому рівні;
- ефективний для фотодруку, портретів і презентацій, де важлива зручність перегляду;
- є ключовим зразком для аналізу впливу матовості поверхні на якість відтворення кольору і деталей.



Рисунок 4.4 – Струменевий, матовий

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 4; чіткість дрібних деталей – 3; стабільність тональних переходів – 4; контрастність без втрати деталей 3; повторюваність результату друку – 4.

$$Q = \frac{4+3+4+3+4}{5} = 3,6.$$

4.5 Струменевий друк, папір – люстер (напівглянець)

Струменевий люстер напівглянець є компромісним варіантом між глянцевою і матовою поверхнею, поєднуючи помірний блиск із зменшеними відблисками. Цей тип паперу часто використовується для фотокниг, портретів і репродукцій, де важливі деталізація зображення та комфорт перегляду.

1. Підготовка та друк.

Були надруковані ті ж зразки фотографій, що й для інших паперів, із використанням профілю друку для напівглянцевих поверхонь. Під час друку контролювався рівномірний розподіл чорнил і уникнення локальних «плям» або нерівностей покриття.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз відбитків показав:

- насиченість кольорів. Сатинове покриття забезпечує високу насиченість кольорів, яка лише трохи поступається гляцевому носію. Відтінки виглядають живими, природними та гармонійно збалансованими, без надмірної яскравості або перенасичення. Такий тип кольоропередачі особливо доречний для портретної фотографії, пейзажів і репродукцій, де важлива автентичність кольору та естетична стриманість;

- контрастність. Контрастність залишається на доброму рівні: переходи між світлими і темними ділянками плавні, без різких меж або небажаного «заблиску». Це дозволяє зображенням виглядати природно, з м'якою світлотіньовою моделлю, що сприяє комфортному сприйняттю навіть при тривалому перегляді. Такий баланс контрасту особливо цінується в художньому та документальному друці;

- деталізація. Дрібні елементи – текстури, волосся, листя, архітектурні фрагменти – передаються чітко, з достатньою точністю. Ефект глибини трохи менш виразний, ніж на супергляцевому папері, однак суттєво кращий, ніж на матовому. Це забезпечує візуальну об'ємність без втрати деталізації, що робить сатиновий носій універсальним для широкого спектра застосувань – від фотодруку до презентаційних матеріалів;

– блиск поверхні. Поверхня має помірний блиск, який знижує ризик появи дзеркальних відблисків і забезпечує комфортне переглядання при різному освітленні. Такий тип покриття поєднує переваги глянцю (насиченість, глибина) з практичністю мату (антибліковість), що робить його оптимальним вибором для друку, призначеного для демонстрації в умовах змінного світла – наприклад, в галереях, офісах або виставкових просторах.

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні чорнила на основі барвників забезпечують яскраві, прозорі відтінки з м'якими градаціями та високою оптичною глибиною. Завдяки здатності проникати в покриття фотопаперу, вони створюють візуально насичені зображення з ефектом «світіння» кольору, що особливо добре проявляється на напівглянцевих поверхнях. Проте їхня молекулярна структура є чутливою до зовнішніх чинників: ультрафіолетове випромінювання, волога та механічне стирання можуть призвести до поступового вицвітання або втрати чіткості. Це обмежує їх застосування в умовах, де потрібна довготривала стабільність – наприклад, у зовнішній рекламі або архівному зберіганні. Пігментні чорнила складаються з мікроскопічних частинок, які осідають на поверхні носія, утворюючи щільний, стабільний шар. Така структура забезпечує високу архівну стабільність, стійкість до світла, вологи та фізичних пошкоджень. На напівглянцевих носіях пігмент демонструє добру адгезію, але через поверхневу фіксацію частково приглушує блиск, знижуючи оптичну глибину кольорів. Це може вплинути на візуальну насиченість, особливо в зонах з тонкими градаціями або світловими ефектами. Водночас така поведінка є прийнятною для друку, де пріоритетом є довговічність і точність, а не декоративна яскравість.

4. Висновки по струменевому люстер папері (рис. 4.5).

- напівглянцева поверхня забезпечує комфортний перегляд з високою деталізацією;
- баланс між блиском і розсіюванням світла зберігає насиченість кольорів без зайвих відблисків;
- ефективний для фотодруку, портретів і дизайнерських робіт;
- є важливим зразком для аналізу впливу проміжного блиску на якість друку у практичній частині дослідження.

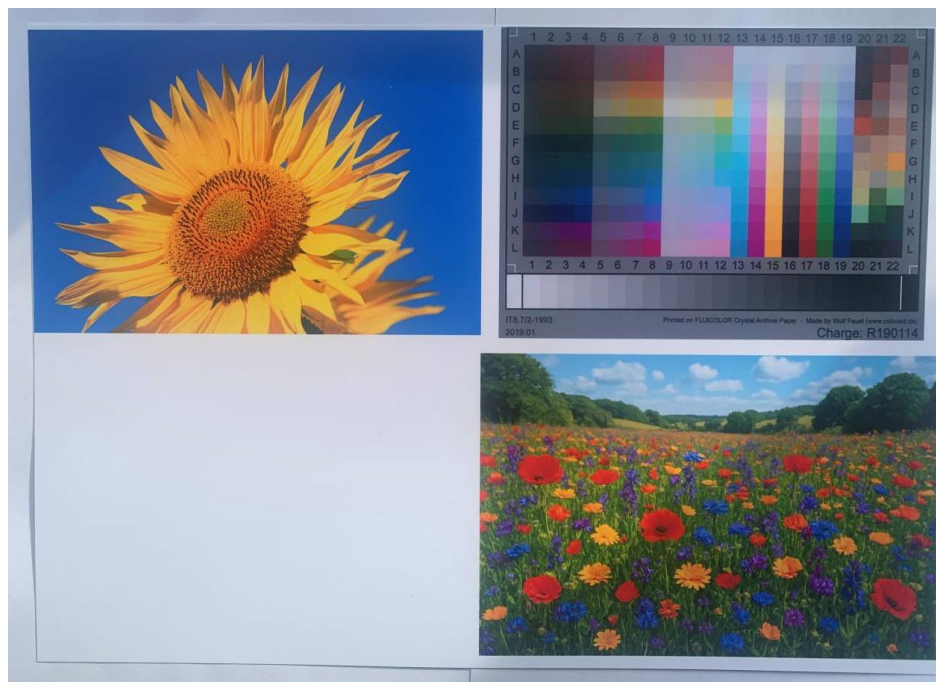


Рисунок 4.5 – Струменевий, люстер напівглянець папер

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 4; чіткість дрібних деталей – 4; стабільність тональних переходів – 4; контрастність без втрати деталей 4; повторюваність результату друку – 4.

$$Q = \frac{4+4+4+4+4}{5} = 4.$$

4.6 Струменевий друк, папір – молочний перламутр

Струменевий молочний перламутровий папір використовується для отримання зображень із м'яким перламутровим ефектом, який додає відбиткам витонченості та об'ємності. На відміну від глянцевого і матового паперів, молочний перламутр забезпечує помірний блиск і легке мерехтіння, що підкреслює плавність тонових переходів і створює естетично приємне сприйняття кольорів.

1. Підготовка та друк.

Для дослідження були надруковані ті ж зразки фотографій, що і на інших паперах, із використанням стандартного профілю друку для перламутрових поверхонь. Контролювався рівномірний розподіл чорнил і уникнення нерівностей на поверхні.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз показав:

- насиченість кольорів. Насиченість кольорів залишається високою, хоча трохи поступається глянцевам носіям. Відтінки виглядають м'якими, гармонійними та естетично збалансованими. Перламутрове покриття додає легкий оптичний шар, який приглушує надмірну яскравість, водночас зберігаючи глибину кольору. Такий тип кольоропередачі особливо доречний для портретної фотографії, весільних знімків та художніх репродукцій, де важлива елегантність і візуальна витонченість;

- контрастність. Контрастність хороша: переходи між світлими і темними ділянками плавні, без різких меж або надмірного «заблиску». Це створює м'яке світлотіньове моделювання, яке сприяє природному сприйняттю об'єму. Такий баланс контрасту дозволяє зображенням виглядати делікатно, з особливою увагою до нюансів;

- деталізація. Дрібні елементи – текстури, волосся, листя, архітектурні фрагменти – передаються чітко, з достатньою точністю. Легке мерехтіння, характерне для перламутру, додає зображенню візуального об'єму та глибини, створюючи ефект тривимірності. Це особливо помітно при зміні кута освітлення, коли зображення «оживає» завдяки динаміці світлових відблисків;

- блиск поверхні. Поверхня має помірний блиск із характерним перламутровим сяйвом, яке пом'якшує прямі відблиски та знижує ризик дзеркального засліплення. Такий тип блиску додає зображенню преміального вигляду, водночас забезпечуючи комфортне переглядання при різному освітленні. Це робить перламутровий носій ідеальним для презентацій, фотокниг, портфоліо та декоративного друку.

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні чорнила забезпечують високу яскравість і прозорість кольорів, що особливо ефектно проявляється на перламутрових поверхнях. Завдяки здатності проникати в покриття, барвники створюють глибокі, світловідбивні відтінки, які підсилюють оптичне сяйво та динаміку зображення. Це робить їх ідеальними для декоративного друку, фотокниг і презентаційних матеріалів, де важлива візуальна виразність. Однак їхня чутливість до ультрафіолету та вологи обмежує довговічність: зображення можуть поступово втрачати інтенсивність, вицвітати або розтікати при несприятливих умовах зберігання. Пігментні чорнила формують щільний,

стабільний шар на поверхні носія, що забезпечує високу архівну стабільність і стійкість до зовнішніх впливів – світла, вологи, механічного стирання. Це робить їх придатними для довготривалого зберігання, професійного друку та музейних репродукцій. Проте на перламутрових носіях пігментна структура частково приглушує оптичний ефект сяйва, зменшуючи інтенсивність світлових переливів. Внаслідок цього зображення виглядає більш стримано, що може бути як перевагою (у контексті елегантного дизайну), так і обмеженням (при потребі в яскравому декоративному ефекті).

4. Висновки по струменевому молочному перламутру (рис. 4.6).

- м'який перламутровий ефект надає зображенням об'ємності і витонченості;
- колірна насиченість трохи нижча, ніж на глянці, але тонові переходи виглядають плавними;
- підходить для фотодруку, художніх робіт та дизайнерських проектів;
- є важливим зразком для аналізу впливу спеціальних світловідбивних покриттів на сприйняття кольору і деталізацію.

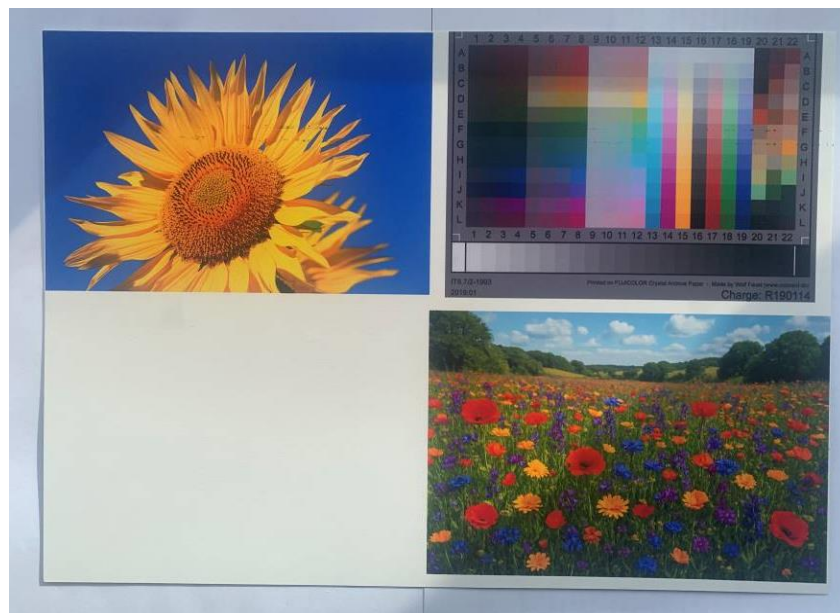


Рисунок 4.6 – Струменевий, молочний перламутр

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 3; чіткість дрібних деталей – 3; стабільність тональних переходів – 3; контрастність без втрати деталей 3; повторюваність результату друку – 3.

$$Q = \frac{3+3+3+3+3}{5} = 3.$$

4.7 Струменевий друк, папір – білий перламутр

Струменевий білий перламутровий папір належить до категорії спеціалізованих покриттів для преміального друку, де важливий чистий холодний відтінок і ефект перламутрового сяйва. Він відрізняється від молочного перламутру сильнішою білизною та підвищеною яскравістю світлих тонів, що робить його оптимальним для передачі світлих деталей і контрастних зображень.

1. Підготовка та друк.

Для експерименту були надруковані ті самі зразки фотографій, що й для інших перламутрових паперів. Друк здійснювався струменевим принтером із профілем, адаптованим для перламутрових поверхонь. Контролювався рівномірний розподіл чорнил і повне висихання відбитків.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз показав:

- насиченість кольорів. Фотопапір із холодним перламутровим покриттям демонструє високу насиченість кольорів, особливо в середньому та темному тональному діапазоні. Глибокі відтінки – синій, бордовий, темно-зелений – виглядають щільно та виразно, з чіткою структурою. Світлі кольори, навпаки, залишаються чистими, яскравими та не втрачають прозорості, що забезпечує збалансовану кольоропередачу без перенасичення. Такий тип насиченості ідеально підходить для пейзажної, портретної та предметної фотографії, де важлива глибина і точність кольору;

- контрастність. Рівень контрастності добрий, з плавними градаціями між світлими і темними ділянками. Особливо виразно проявляються тональні переходи у світлих областях, де перламутрове покриття підсилює ефект м'якого світлорозсіювання. Це дозволяє зображенням виглядати природно, без різких меж або втрати деталізації, що важливо для сюжетів з великою кількістю світла – наприклад, весільних або студійних фотографій;

- деталізація. Дрібні елементи – текстури тканини, волосся, листя, архітектурні фрагменти – передаються з високою точністю. Ефект холодного перламутрового блиску додає зображенню рельєфності та візуальної

об'ємності, створюючи легке світлове мерехтіння при зміні кута огляду. Це підсилює тривимірне сприйняття зображення, роблячи його більш динамічним і глибоким;

- блиск поверхні. Поверхня має помірний блиск із характерним холодним перламутровим сяйвом. Такий тип блиску ефективно пом'якшує прямі відблиски, знижуючи ризик засліплення при перегляді під яскравим освітленням. Водночас він додає зображенню візуальної глибини та елегантного переливу, що робить носій придатним для преміального друку – фотокниг, портфоліо, виставкових матеріалів або декоративних репродукцій.

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні чорнила забезпечують високу прозорість і яскравість кольорів, що особливо ефектно проявляється на носіях із холодним перламутровим покриттям. Їх здатність проникати в структуру паперу дозволяє створювати світлові переливи, які підсилюють оптичну глибину та динаміку зображення. Світлі тони виглядають чисто і сяюче, а середні та темні – насичено. Проте барвники мають обмежену стійкість до ультрафіолетового випромінювання та вологи, що може призвести до поступового вицвітання або втрати чіткості при тривалому зберіганні в несприятливих умовах. Пігментні чорнила формують щільний, стабільний шар на поверхні носія, що забезпечує високу архівну стабільність і стійкість до зовнішніх впливів – світла, вологи, механічного стирання. На перламутрових носіях пігмент добре підкреслює деталізацію, особливо в дрібних елементах і текстурах, завдяки чіткому поверхневому осіданню. Однак через свою непрозору структуру пігмент частково приглушує холодний блиск і знижує яскравість світлих тонів, що може зменшити ефект оптичного сяйва. Це слід враховувати при виборі чорнил для друку, де важлива декоративна виразність.

4. Висновки по струменевому білому перламутру (рис. 4.7).

- біла перламутрова поверхня забезпечує чисті світлі тони та приємний холодний блиск;

- деталізація та плавність тонових переходів залишаються на високому рівні;

- підходить для фотодруку, художніх репродукцій та дизайнерських проектів преміум-класу;

– є важливим зразком для аналізу впливу оптичних ефектів поверхні на сприйняття кольору і об'ємності зображення.

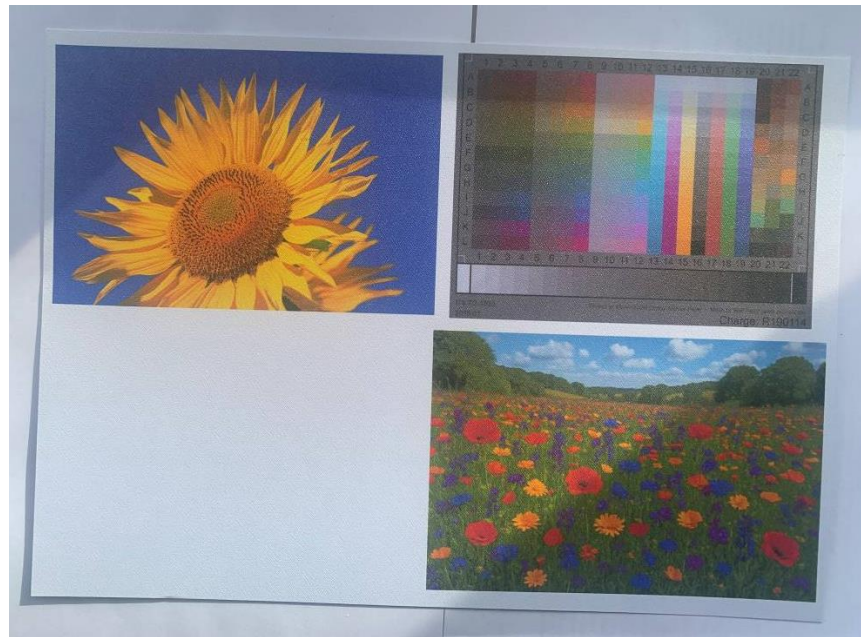


Рисунок 4.7 – Струменевий, білий перламутр

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 3; чіткість дрібних деталей – 3; стабільність тональних переходів – 3; контрастність без втрати деталей 3; повторюваність результату друку – 3.

$$Q = \frac{3+3+3+3+3}{5} = 3.$$

4.8 Струменевий друк, папір – сніжний перламутр

Струменевий сніжний перламутровий папір використовується для отримання зображень з яскравою холодною перламутровою поверхнею, що створює ефект легкого сяйва і «сніжної чистоти». Він поєднує високу білизну та легкий перламутровий блиск, що підкреслює світлі тони та робить зображення більш об'ємним і контрастним.

1. Підготовка та друк.

Для експерименту були надруковані ті ж зразки фотографій, що і для інших перламутрових паперів, із використанням профілю друку, адаптованого під сніжний ефект. Особлива увага приділялася рівномірності нанесення чорнил та повному висиханню відбитків.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз показав:

- насиченість кольорів. Фотопапір із холодним перламутровим покриттям демонструє високу насиченість у середньому та темному тональному діапазоні. Глибокі кольори – синій, графітовий, бордовий – виглядають щільно, насичено та стабільно. Світлі тони, навпаки, зберігають виняткову чистоту та яскравість, що створює ефект «світлової прозорості» зображення. Такий баланс кольоропередачі особливо доречний для зимових пейзажів, студійної фотографії, предметного друку та репродукцій, де важлива естетична витонченість;

- контрастність. Контрастність залишається на хорошому рівні: тональні переходи плавні, без різких перепадів, але з чітко окресленими межами об'єктів. Це дозволяє зображенням виглядати природно, з м'якою світлотіньовою моделлю, що зберігає структурну точність. Особливо ефективно це проявляється у світлих зонах, де перламутрове покриття додає легкого розсіювання, підсилюючи глибину сцени;

- деталізація. Дрібні елементи – текстури тканини, волосся, листя, архітектурні фрагменти – передаються з високою точністю. Легке холодне перламутрове сяйво створює додатковий рельєф, підкреслюючи об'ємність зображення. При зміні кута огляду зображення набуває динаміки, що додає візуальної глибини та ефекту «живого світла».

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні чорнила забезпечують високу прозорість і природність кольорів, що особливо ефектно проявляється на перламутрових носіях. Їх здатність проникати в покриття дозволяє зберігати світлову глибину та плавність градацій, підсилюючи оптичний ефект холодного сяйва. Світлі тони виглядають чисто, а середні – м'яко і гармонійно. Однак барвники мають обмежену стійкість до ультрафіолету та вологи: зображення можуть поступово втрачати інтенсивність, вицвітати або розтікати при тривалому впливі зовнішніх чинників. Це обмежує їх застосування в умовах, де потрібна довготривала стабільність – наприклад, у зовнішній рекламі або архівному зберіганні. Пігментні чорнила формують щільний, стабільний шар на поверхні носія, що забезпечує високу архівну стабільність і стійкість до світла, вологи та механічного стирання. Вони добре підкреслюють деталізацію, особливо в дрібних елементах, завдяки чіткому поверхневому

осіданню. Проте через непрозору структуру пігмент частково приглушує ефект холодного перламутрового сяйва, зменшуючи інтенсивність світлових переливів, особливо у світлих зонах. Це може знизити декоративну виразність зображення, але водночас забезпечує довговічність і точність – важливі для професійного друку, музейних репродукцій та документації.

4. Висновки по струменевому сніжному перламутру (рис. 4.8).

- сніжний перламутр забезпечує чисті світлі тони та легке перламутрове сяйво, підкреслюючи об’єм і контрастність зображення;
- деталізація і тонові переходи зберігаються на високому рівні;
- підходить для преміальних фотодруків, художніх робіт і дизайнерських проєктів;
- є важливим зразком для аналізу впливу спеціальних світловідбивних покриттів на сприйняття кольору та глибини зображення.



Рисунок 4.8 – Струменевий, сніжний перламутр

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 3; чіткість дрібних деталей – 3; стабільність тонових переходів – 3; контрастність без втрати деталей 3; повторюваність результату друку – 3.

$$Q = \frac{3+3+3+3+3}{5} = 3.$$

4.9 Струменевий друк, папір – шовк напівглянець

Струменевий шовк напівглянець поєднує помірний блиск із шовковистою поверхнею, створюючи м'який, приємний для ока ефект. Така поверхня дозволяє отримати відбитки з гарною деталізацією, без сильних відблисків глянцею і без плоского ефекту матової поверхні.

1. Підготовка та друк.

Для дослідження були надруковані ті ж зразки фотографій, що й на інших паперах, із використанням профілю друку, адаптованого під шовкову напівглянцеву поверхню. Особлива увага приділялася рівномірності нанесення чорнил та повному висиханню відбитків.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз показав:

- насиченість кольорів. Фотопапір із шовковистою поверхнею забезпечує високу насиченість кольорів, з особливою увагою до природності та гармонійного балансу. Відтінки виглядають глибоко, але не перенасичено, що дозволяє зберігати автентичність кольорової гами. Такий тип кольоропередачі ідеально підходить для портретної фотографії, репродукцій мистецтва та сюжетів, де важлива естетична стриманість і точність;

- контрастність. Рівень контрастності добрий: тональні переходи між світлими і темними ділянками плавні, без різких перепадів, але з чітко окресленими контурами об'єктів. Це дозволяє зображенням виглядати структуровано, з м'якою світлотіньовою моделлю, що зберігає глибину сцени без втрати деталізації;

- деталізація. Дрібні елементи – текстури тканини, волосся, листя, архітектурні фрагменти – передаються з високою точністю. Шовковиста текстура поверхні додає зображенню візуального рельєфу та об'ємності, створюючи ефект м'якого світлового моделювання. Це особливо помітно при зміні кута огляду, коли зображення набуває делікатної динаміки;

- блиск поверхні. Поверхня має помірний, шовковистий блиск, який ефективно знижує прямі відблиски та забезпечує комфортне переглядання при різному освітленні. Такий тип покриття поєднує переваги глянцею (насиченість, глибина) з антибліковими властивостями мату, що робить його оптимальним вибором для фотокниг, портфоліо, виставкових матеріалів та друку, призначеного для тривалого перегляду.

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні чорнила забезпечують високу яскравість і прозорість кольорів, що особливо ефектно проявляється на шовковистих поверхнях. Їх здатність проникати в покриття дозволяє досягти м'яких градацій, чистих світлих тонів і глибоких середніх відтінків. Завдяки цьому зображення виглядає живим, з природною кольоровою гармонією. Проте барвники мають обмежену стійкість до ультрафіолетового випромінювання та вологи: з часом кольори можуть вицвітати або розмиватися, що знижує довговічність відбитків. Це обмежує їх використання у випадках, де потрібна архівна стабільність або експозиція в несприятливих умовах. Пігментні чорнила формують щільний, стабільний шар на поверхні носія, що забезпечує високу стійкість до зовнішніх впливів – світла, вологи, механічного стирання. Вони зберігають високу деталізацію, особливо в дрібних елементах, завдяки точному поверхневому осіданню частинок. Це робить їх придатними для професійного друку, архівного зберігання та репродукцій. Однак на шовковистих носіях пігментна структура частково приглушує характерний блиск, зменшуючи ефект м'якого світлового розсіювання. Внаслідок цього зображення може виглядати трохи менш «живим», але водночас набуває стриманого, професійного вигляду.

4. Висновки по струменевому шовк напівглянцевому папері (рис. 4.9).

- шовкова напівглянцева поверхня забезпечує баланс між блиском і м'якістю, зручною для перегляду;
- деталі і тонові переходи передаються чітко, кольори залишаються насиченими;
- підходить для фотодруку, дизайнерських проектів та презентацій;
- є важливим зразком для аналізу впливу напівглянцевої текстури на сприйняття кольору, об'єму та деталізації зображення.

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 4; чіткість дрібних деталей – 4; стабільність тональних переходів – 4; контрастність без втрати деталей – 4; повторюваність результату друку – 4.

$$Q = \frac{4+4+4+4+4}{5} = 4.$$



Рисунок 4.9 – Струменевий, шовк напівглянцевий

4.10 Струменевий друк, суперглянцевий папір

Струменевий суперглянцевий папір характеризується надзвичайно високим блиском, що дозволяє отримати зображення з максимальною насиченістю та глибиною кольорів. Він ідеально підходить для фотографій, рекламних матеріалів та презентацій, де важлива ефектність та візуальний вплив.

1. Підготовка та друк.

Для дослідження були надруковані ті ж зразки фотографій, що й на інших паперах, із використанням профілю друку, адаптованого під суперглянцеву поверхню. Особлива увага приділялася рівномірності нанесення чорнил та уникненню локальних розводів на дзеркальній поверхні.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз показав:

– насиченість кольорів. Суперглянцевий фотопапір забезпечує найвищий рівень насиченості серед усіх типів носіїв. Кольори виглядають глибокими, яскравими та максимально виразними, з ефектом «вибуху» кольору, що особливо помітно у теплих і насичених відтінках – червоний, синій, бірюзовий, фіолетовий. Такий тип кольоропередачі створює враження

візуальної глибини та емоційної насиченості, що робить його ідеальним для художньої фотографії, рекламної продукції та преміального друку;

- контрастність. Контрастність дуже висока: переходи між світлими і темними ділянками різкі, чітко окреслені, що підсилює драматизм і візуальну виразність зображення. Такий тип контрасту дозволяє створювати ефект глибини та об'єму, особливо в сюжетах з великою кількістю тіней або світлових акцентів. Водночас надмірна різкість може зменшити природність зображення, що слід враховувати при виборі стилістики друку;

- деталізація. Дрібні елементи – текстури тканини, волосся, листя, архітектурні фрагменти – передаються з винятковою точністю. Дзеркальний блиск поверхні підсилює рельєфність і об'ємність зображення, створюючи ефект тривимірності. Це особливо помітно при зміні кута огляду, коли світло взаємодіє з мікроструктурою друку, підкреслюючи найменші деталі;

- блиск поверхні. Поверхня має виражений дзеркальний блиск, який надає зображенню преміального вигляду, схожого на професійні фотолабораторні відбитки. Такий блиск створює ефект «глянцевого скла», що підсилює кольори та контраст. Проте під прямим світлом можливі значні відблиски, які можуть ускладнювати перегляд або спотворювати сприйняття зображення. Це слід враховувати при експозиції в яскраво освітлених приміщеннях або при оформленні виставкових матеріалів.

3. Вплив типу чорнил.

Водорозчинні чорнила забезпечують виняткову яскравість і прозорість кольорів, що особливо ефектно проявляється на суперглянцевих носіях. Завдяки здатності проникати в покриття, барвники створюють глибокі, світловідбивні відтінки з високою оптичною насиченістю. Це дозволяє досягти максимальної візуальної виразності, особливо у світлих і насичених кольорах. Проте їхня молекулярна структура є чутливою до зовнішніх чинників: ультрафіолетове випромінювання, волога та механічне стирання можуть призвести до втрати кольору, вицвітання або розмиття. Це обмежує їх застосування в умовах, де потрібна довготривала стабільність – наприклад, у зовнішній рекламі або архівному зберіганні. Пігментні чорнила формують щільний, стабільний шар на поверхні носія, що забезпечує високу архівну стабільність і стійкість до світла, вологи та фізичних пошкоджень. Вони добре зберігають деталізацію, особливо в дрібних елементах, завдяки точному поверхневому осіданню частинок. Однак на суперглянцевих носіях пігментна структура частково приглушує

дзеркальний блиск, зменшуючи інтенсивність світлових переливів. Це може знизити декоративну виразність зображення, але водночас забезпечує професійну точність і довговічність – важливі для музейних репродукцій, документації та високоякісного архівного друку.

4. Висновки по струменевому суперглянцевому папері (рис. 4.10).

- суперглянцева поверхня забезпечує максимальну насиченість і глибину кольорів;
- висока деталізація і контрастність роблять відбитки ефектними та презентабельними;
- основним обмеженням є сильні відблиски при прямому освітленні;
- підходить для фотодруку преміум-класу та рекламних матеріалів, де важливий яскравий візуальний ефект;
- є ключовим зразком для аналізу впливу максимально блискучої поверхні на сприйняття кольору, об'єму та деталізації.

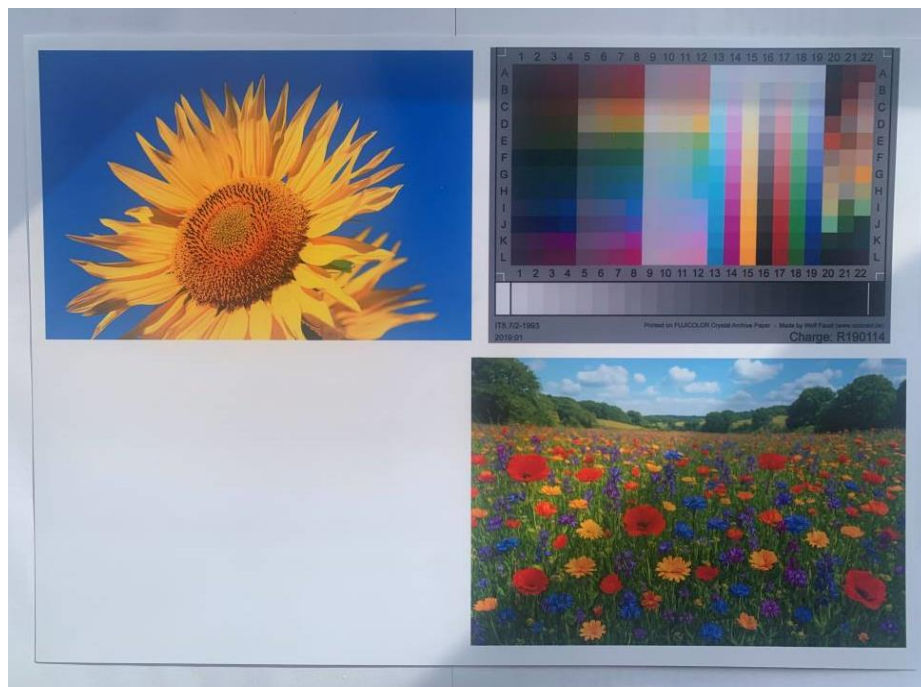


Рисунок 4.10 – Струменевий, суперглянцевий

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 4; чіткість дрібних деталей – 5; стабільність тональних переходів – 4; контрастність без втрати деталей – 5; повторюваність результату друку – 4.

$$Q = \frac{4+5+4+5+4}{5} = 4,4.$$

4.11 Лазерний друк, папір

Лазерний папір використовується для відтворення зображень у лазерному друці, де чорнила (тонер) наносяться на поверхню за допомогою електростатичного заряду і запікаються термічно. На відміну від струменевого чи термосублімаційного друку, тонер не проникає в покриття, а залишається на поверхні паперу, формуючи чіткий і стійкий шар.

1. Підготовка та друк.

Для дослідження були надруковані ті ж зразки фотографій, що й на інших паперах, із використанням лазерного принтера стандартного класу. Особлива увага приділялася температурі запікання тонера та правильному профілю друку, щоб уникнути нерівностей і підвищити чіткість відбитків.

2. Спостереження та аналіз.

Візуальний аналіз показав:

– насиченість кольорів. Лазерний друк забезпечує середній рівень насиченості кольорів. У порівнянні зі струменевим або термосублімаційним друком, кольори виглядають трохи приглушеними, особливо у світлих і пастельних тонах. Це пов'язано з фізичними властивостями тонера, який не проникає в структуру носія, а фіксується поверхнево. Водночас середні та темні відтінки – бордовий, темно-синій, графітовий – виглядають стабільно і рівномірно, що робить лазерний друк придатним для ділової графіки, схем, текстових блоків і презентацій;

– контрастність. Контрастність висока, особливо в темних ділянках. Чорні та глибокі кольори мають чіткі межі, що забезпечує виразність тексту і графічних елементів. Переходи між тонами менш плавні, ніж у струменевому друці, але це компенсується точністю контурів і стабільністю кольору. Такий тип контрасту добре працює в умовах, де важлива читабельність і структурна чіткість – наприклад, у технічній документації або офісному друці;

– деталізація. Завдяки високій точності нанесення тонера, дрібні елементи – шрифти малого розміру, лінії, текстури – передаються чітко, без розмиття або розтікання. Це дозволяє досягти високої роздільної здатності навіть на недорогих носіях. Лазерний друк особливо ефективний для графіки, де важлива геометрична точність, а не оптична глибина;

– блиск поверхні. Поверхня матового носія має мінімальний блиск, що забезпечує комфортний перегляд при будь-якому освітленні. Відсутність

дзеркальних відблисків дозволяє зображенню залишатися читабельним навіть під прямим світлом. Проте така поверхня не підсилює кольори, тому зображення може виглядати менш яскравим і менш «живим» у порівнянні з глянцевиими або сатиновими носіями. Це слід враховувати при виборі матеріалу для декоративного або художнього друку.

3. Вплив типу чорнил.

У лазерному друці використовується сухий тонер – дрібнодисперсний порошок, який термічно фіксується на поверхні носія. На відміну від рідких чорнил, тонер не проникає в структуру паперу, а формує щільний поверхневий шар, що забезпечує механічну цілісність зображення. Такий тип фіксації дозволяє досягти високої точності нанесення, що особливо важливо для тексту, схем, штрихових елементів і технічної графіки. Завдяки термічному закріпленню, тонер демонструє високу стійкість до стирання, вологи та температурних коливань. Відбитки не розмазуються, не вицвітають і не деформуються при тривалому зберіганні, що робить лазерний друк придатним для офісної документації, архівних матеріалів та інтенсивного щоденного використання. Попри високу стабільність, тонер менш ефективно передає прозорість і яскравість кольорів, порівняно зі струменевими барвниками. Через поверхневу фіксацію та обмежену оптичну глибину, кольори можуть виглядати приглушено, особливо у світлих і пастельних тонах. Це обмежує естетичну виразність лазерного друку, роблячи його менш придатним для художньої фотографії, репродукцій або декоративного друку, де важлива візуальна насиченість.

4. Висновки по лазерному папері (рис. 4.11).

- лазерний папір забезпечує високу чіткість і контрастність, особливо для темних тонів;
- колірна насиченість нижча, ніж у струменевого або термосублімаційного друку;
- відбитки стійкі до зовнішніх факторів і зручні для перегляду при різному освітленні;
- підходить для офісного друку, документів і презентацій, де важлива точність контурів, а не максимальна яскравість кольорів;
- є важливим зразком для порівняння впливу технології нанесення тонера на якість відтворення кольору і деталей.

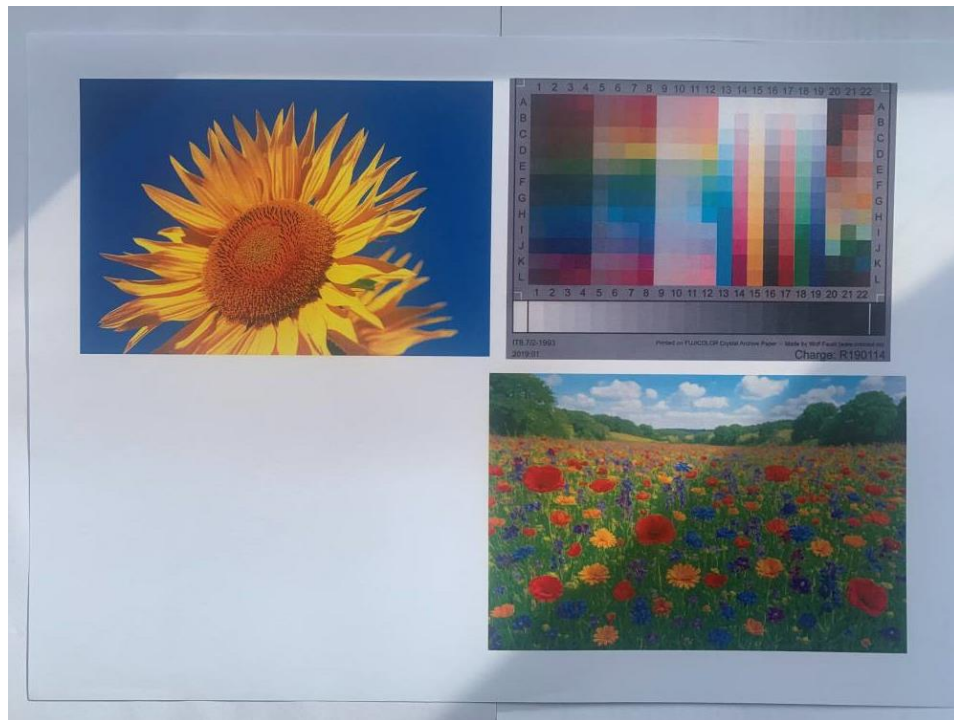


Рисунок 4.11 – Лазерний, папір

Оцінки за експериментальними критеріями становлять: рівномірність заливки – 3; чіткість дрібних деталей – 5; стабільність тональних переходів – 2; контрастність без втрати деталей – 2; повторюваність результату друку – 5.

$$Q = \frac{3+5+2+2+5}{5} = 3,4.$$

У табл. 4.1 наведено інтегральна оцінки по всім видам друку.

Таблиця 4.1 – Експериментальна характеристика основних типів друку

№	Тип паперу	Q
1	Термосублімаційний глянцекий	4,6
2	Термосублімаційний матовий	4,6
3	Струменевий глянцекий	4,0
4	Струменевий матовий	3,6
5	Струменевий люстр	4,0
6	Струменевий молочний перламутр	3,0
7	Струменевий білий перламутр	3,0
8	Струменевий сніжний перламутр	3,0
9	Струменевий шовк	4,0
10	Струменевий суперглянець	4,4
11	Лазерний папір	3,4

5 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ДРУКУ

Загальна характеристика підходу до оцінювання

У межах кваліфікаційної роботи було застосовано комплексний підхід до оцінювання якості друкованих відбитків, який поєднує практичну (візуально-естетичну) та експериментальну (техніко-репродукційну) складові. Такий підхід дозволяє уникнути однобічної оцінки та врахувати як суб'єктивне сприйняття зображення кінцевим користувачем, так і об'єктивні характеристики стабільності та точності друку.

Практична частина дослідження була спрямована на визначення візуальної привабливості друку, зокрема яскравості, глибини кольорів і декоративного ефекту поверхні. Експериментальна частина, у свою чергу, дозволила оцінити технічну якість відтворення, включаючи рівномірність заливки, чіткість дрібних деталей та повторюваність результатів.

Порівняння результатів практичної та експериментальної оцінки

Аналіз результатів показав, що оцінки, отримані у практичній та експериментальній частинах, не завжди збігаються, що є закономірним з огляду на різну природу оцінюваних характеристик.

Так, струменевий суперглянцевий папір отримав найвищу практичну оцінку завдяки максимальній яскравості, глибині кольорів і вираженому декоративному ефекту. Саме цей тип паперу формує найбільш естетично привабливе зображення, яке відповідає сучасним вимогам до фотодруку та презентаційної продукції.

Водночас у експериментальній частині було встановлено, що термосублімаційний друк (як глянцевий, так і матовий) забезпечує найвищу технічну стабільність, що проявляється у високій рівномірності заливки та повторюваності результатів. Це пояснюється особливостями технології сублімаційного перенесення барвника, при якій фарба проникає у структуру покриття, а не залишається лише на поверхні.

Таким чином, можна зробити висновок, що найвищі естетичні показники не завжди відповідають найвищим технічним, що підтверджує доцільність використання двох незалежних систем оцінювання.

Аналіз результатів для окремих груп паперу.

1. Глянцеві та супергляцеві носії демонструють найвищі показники візуальної привабливості. Особливо це стосується струменевого супергляцевого паперу, який забезпечує максимальний контраст і насиченість кольорів. У технічному аспекті такі папери дещо поступаються сублімаційним за стабільністю, однак залишаються на високому рівні.

2. Матові та напівгляцеві (люстр, шовк) папери формують більш стримане візуальне сприйняття, але забезпечують кращу читабельність та зменшення відблисків. Їх доцільно використовувати для інформаційної продукції, де пріоритетом є комфорт сприйняття, а не декоративний ефект.

3. Перламутрові папери (молочний, білий, сніжний) створюють додатковий декоративний ефект, що підсилює естетичне сприйняття. Водночас експериментальна оцінка показала зниження технічної стабільності відтворення, що обмежує їх застосування у випадках, де важлива точність передачі дрібних деталей.

4. Лазерний друк продемонстрував високу чіткість контурів і стабільність повторюваності, але значно поступився іншим технологіям за показниками кольоропередачі та плавності тональних переходів. Це підтверджує доцільність його використання переважно для текстових та офісних матеріалів.

Визначення оптимального варіанту друку

На основі комплексного аналізу практичної та експериментальної оцінки можна сформулювати такі узагальнені висновки:

- найкращим з точки зору загальної якості відтворення візуальної інформації є струменевий супергляцевий папір, який поєднує максимальну візуальну привабливість з високими технічними показниками;
- найбільш технічно стабільним є термосублімаційний друк, що доцільно використовувати у випадках, коли важлива повторюваність і рівномірність результату;
- компромісними варіантами є напівгляцеві папери типу люстр і шовк, які забезпечують баланс між естетикою та технічною якістю;
- перламутрові папери слід розглядати як спеціалізовані декоративні матеріали;
- лазерний друк не є оптимальним для відтворення фотографічних зображень, але залишається ефективним для текстової продукції.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Характеристика науково-дослідного рішення

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), присвяченої дослідженню впливу типу паперу та чорнил на якість відтворення візуальної інформації. У межах розділу наведено характеристику науково-дослідного рішення, визначено етапи виконання НДР, проаналізовано трудомісткість та одноразові витрати на виконання дослідження, а також здійснено оцінку економічної доцільності отриманих результатів.

Науково-дослідна робота має дослідницький характер і спрямована на аналіз впливу типу паперу та технології друку на якість відтворення візуальної інформації. У ході виконання НДР було проведено друк тестових зображень із використанням різних типів паперу (глянцевого, матового, напівглянцевого, перламутрового, дизайнерського) та різних технологій друку (струменевої, термосублімаційної, лазерної).

Результати дослідження мають прикладний характер і можуть бути використані для обґрунтованого вибору матеріалів друку залежно від вимог до якості зображення, декоративних властивостей відбитка та допустимого бюджету. Реалізація НДР не потребувала розробки або придбання спеціалізованого обладнання, що дозволило зосередитись на аналізі вже наявних поліграфічних рішень і мінімізувати витрати на проведення дослідження.

6.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Науково-дослідна робота виконувалася самостійно у позаробочий час без залучення найманої праці. Роботи проводилися після основної зайнятості, орієнтовно з 18:00 до 21:00.

З урахуванням обсягу поставлених завдань та складності експериментальної частини, тривалість виконання НДР становила 10 календарних днів, у середньому по 3 години на день. Загальна трудомісткість робіт склала близько 30 годин.

Оскільки виконання роботи не передбачало оплати праці, витрати на заробітну плату приймаються рівними нулю та в подальших економічних розрахунках не враховуються.

6.3 Розрахунок одноразових витрат на виконання НДР

Одноразові витрати на проведення науково-дослідної роботи пов'язані з друком тестових зображень, придбанням матеріалів та допоміжних засобів для оформлення результатів дослідження (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Одноразові витрати на друк та матеріали

№№	Витрати на матеріали	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
1	Друк фото 20×30 (super glossy)	1	57,00	57,00
2	Дизайнерський картон А4	5	16,00	80,00
3	Друк фото 10×15 (DNP)	6	19,00	114,00
4	Друк фото 20×30 (струменевий)	7	48,00	336,00
5	Разом витрати на друк і матеріали			587,00

Загальні одноразові витрати на виконання НДР становлять 587,00 грн.

6.4 Оцінка економічної доцільності результатів НДР

Науково-дослідна робота має дослідницький характер і спрямована на аналіз впливу типу паперу та технології друку на якість відтворення візуальної інформації. Під час виконання роботи не здійснювалось впровадження нового обладнання або технологічного процесу, тому економічна оцінка результатів НДР не передбачає визначення строку окупності чи чистого економічного ефекту.

Економічна доцільність результатів дослідження визначається шляхом аналізу фактичних витрат на друк та вибору раціонального варіанту компонування і формату друку з урахуванням реальних умов виконання експерименту.

У процесі виконання дослідження використовувалися різні формати друку – 20×30 та 10×15, що унеможлиблює їх безпосереднє порівняння за вартістю. Для забезпечення коректності економічного аналізу витрати було

приведено до єдиного порівняльного показника – вартості одного зображення формату 10×15-еквівалент.

З геометричної точки зору формат 20×30 дозволяє розмістити чотири зображення формату 10×15 без втрати корисної площі. Однак у ході практичного виконання дослідження, з огляду на експериментальний характер компоновання тестових зображень та вимоги до візуальної наочності матеріалу, було фактично розміщено три зображення формату 10×15 на одному відбитку 20×30.

Зазначена особливість є результатом методичної помилки на етапі компоновання, яка була виявлена та зафіксована під час підготовки фотоматеріалів до кваліфікаційної роботи. У зв'язку з цим в межах економічного аналізу розглядаються два варіанти розрахунків:

- теоретично оптимальний (4 зображення 10×15 на форматі 20×30);
- фактичний, реалізований у ході дослідження (3 зображення 10×15 на форматі 20×30).

Такий підхід дозволяє оцінити вплив прийнятого компоновання на рівень витрат та зробити обґрунтовані висновки.

Еквівалентна вартість одного зображення формату 10×15 визначається:

$$C_{\text{eq}} = \frac{C_{20 \times 30}}{n}, \quad (6.1)$$

де $C_{20 \times 30}$ – вартість друку одного відбитка формату 20×30, грн;
 n – кількість зображень формату 10×15, розміщених на одному відбитку.

Розрахунок еквівалентної вартості друку

Фактичні ціни друку становили:

- струменевий друк 20×30 – 48,00 грн/шт.;
- друк 20×30 на папері super glossy – 57,00 грн/шт.;
- друк одного зображення формату 10×15 (DNP) – 19,00 грн/шт.

Фактичний варіант (3 зображення на 20×30):

- струменевий друк 20×30:

$$C_{\text{eq, струм}}^{(3)} = \frac{48}{3} = 16,00 \text{ грн};$$

- super glossy 20×30:

$$C_{\text{eq, sg}}^{(3)} = \frac{57}{3} = 19,00 \text{ грн.}$$

Теоретично оптимальний варіант (4 зображення на 20×30):

– струменевий друк 20×30:

$$C_{\text{eq, струм}}^{(3)} = \frac{48}{4} = 12,00 \text{ грн.};$$

– super glossy 20×30:

$$C_{\text{eq, sg}}^{(3)} = \frac{57}{4} = 14,25 \text{ грн.}$$

Зведену інформацію порівняння еквівалентної вартості друку наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Порівняння еквівалентної вартості друку

№	Варіант друку	Формат	Кількість зображень 10×15	Еквівалентна вартість одного зобр., грн
1	Струменевий	20×30	3	16,00
2	Super glossy	20×30	3	19,00
3	Струменевий	20×30	4	12,00
4	Super glossy	20×30	4	14,25
5	DNP	10×15	1	19,00

Аналіз результатів показує, що фактичне компоновання трьох зображень формату 10×15 на одному аркуші 20×30 призвело до підвищення витрат у порівнянні з теоретично оптимальним варіантом розміщення чотирьох зображень.

Для струменевого друку різниця у вартості одного зображення становить:

$$\Delta C = 16,00 - 12,00 = 4,00 \text{ грн.}$$

що відповідає збільшенню витрат приблизно на:

$$\frac{4,00}{12,00} \times 100\% \approx 33\%.$$

Незважаючи на допущену методичну помилку компонування, фактичний варіант друку все одно є економічно вигіднішим, ніж друк окремих фотографій формату 10×15 (19,00 грн). Водночас проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що при оптимальному використанні площі формату 20×30 економічна ефективність друку може бути додатково підвищена без зниження якості.

Отримані результати підтверджують практичну цінність виконаної науково-дослідної роботи, оскільки вона дозволяє не лише оцінити якість друку на різних матеріалах, але й виявити економічні наслідки прийнятих технологічних рішень, зокрема компонування зображень на друкованому носії.

ВИСНОВКИ

Вплив типу паперу на якість друку.

1. Термосублімаційні носії. Папери, призначені для термосублімаційного друку, відзначаються винятковою гладкістю передачі кольорів і природністю тональних градацій. Завдяки поступовому перенесенню барвника в глибину носія, зображення набуває м'якої текстури та високої оптичної стабільності. Глянцеві варіанти забезпечують максимальну насиченість і глибину кольорів, створюючи ефект «вітринної яскравості». Матові носії, навпаки, знижують відблиски, забезпечуючи комфортний перегляд навіть при яскравому освітленні – що особливо важливо для фотокниг, портфоліо та презентацій.

2. Струменеві носії. У струменевому друці поверхнева структура та рівень блиску паперу безпосередньо впливають на сприйняття кольору, контрасту та глибини. Глянцеві та суперглянцеві поверхні підсилюють насиченість, створюючи яскраві, контрастні зображення з дзеркальним блиском. Це ідеально для художньої фотографії, рекламних матеріалів та декоративного друку. Матові та шовковисті носії, навпаки, пом'якшують візуальні ефекти, знижують блиск і створюють більш стримане, комфортне для очей зображення. Вони особливо доречні для портретів, репродукцій та сюжетів, де важлива природність і естетична рівновага.

3. Перламутрові носії. Перламутрові фотопапери – зокрема молочний, білий і сніжний – створюють унікальні світловідбивні ефекти, які додають зображенню об'ємності, глибини та візуальної привабливості. Завдяки мікроструктурі покриття, світло взаємодіє з поверхнею, створюючи легке мерехтіння або «холодне сяйво», що змінюється залежно від кута огляду. Це робить такі носії ідеальними для преміального друку, весільної фотографії, декоративних репродукцій та виставкових експозицій, де важливе емоційне враження та естетична виразність.

Вплив типу чорнил на якість друку.

1. Водорозчинні барвники (струменевий друк). Водорозчинні чорнила забезпечують високу яскравість, прозорість і чистоту кольорів. Завдяки проникненню в покриття носія, вони створюють глибокі, насичені зображення з плавними градаціями та високою оптичною глибиною. Це робить їх ідеальними для художнього друку, фотографій і репродукцій. Проте барвники мають низьку стійкість до ультрафіолету, вологи та

механічного стирання, що обмежує їхню довговічність і придатність для архівного або зовнішнього використання.

2. Пігментні чорнила (струменевий друк). Пігментні чорнила складаються з мікроскопічних частинок, які осідають на поверхні носія, утворюючи щільний і стабільний шар. Це забезпечує високу архівну стабільність, стійкість до світла, вологи та фізичних впливів. Вони також добре передають дрібні деталі, що робить їх придатними для професійного друку, документації та музейних репродукцій. Однак через непрозору природу пігментів блиск і інтенсивність кольорів можуть бути дещо приглушеними, особливо на глянцеvih або перламутрових носіях.

3. Тонер (лазерний друк). У лазерному друці використовується сухий тонер, який термічно фіксується на поверхні паперу, утворюючи щільний шар. Це забезпечує високу чіткість і контрастність, особливо в темних тонах, а також стійкість до вологи, стирання та температурних коливань. Лазерний друк ідеально підходить для текстових документів, технічної графіки та офісного використання. Проте через обмежену оптичну глибину та відсутність проникнення в носій, кольори виглядають менш яскравими і менш «живими», ніж у термосублімаційному або струменевому друці.

Порівняння технологій.

1. Термосублімаційний друк. Ця технологія забезпечує виняткову плавність градацій і природність кольорів завдяки поступовому перенесенню барвника в глибину носія. Зображення виглядають м'якими, збалансованими та оптично глибокими, що робить термосублімацію ідеальним вибором для високоякісного фотодруку, весільної фотографії, портретів і декоративних репродукцій. Водночас вона менш гнучка щодо вибору носіїв і потребує спеціалізованих матеріалів.

2. Струменевий друк. Струменеві принтери пропонують високу гнучкість у виборі типу паперу, покриття та чорнил (барвникових або пігментних), що дозволяє адаптувати відбитки під конкретні естетичні або функціональні потреби. Глянцеві, матові, сатинові, перламутрові – кожен тип носія дає унікальний візуальний ефект. Це робить струменевий друк універсальним для фотографії, графіки, репродукцій, презентацій та художніх проєктів. Якість зображення залежить від поєднання чорнил і носія, що відкриває широкі можливості для експериментів.

3. Лазерний друк. Лазерна технологія базується на термічному закріпленні тонера, що забезпечує високу чіткість, контрастність і стійкість до зовнішніх факторів – вологи, стирання, температури. Вона оптимальна для друку текстових документів, технічної графіки, презентацій та офісних матеріалів. Хоча кольоропередача менш яскрава, ніж у струменевому чи термосублімаційному друці, лазерний метод гарантує стабільність і точність, особливо в темних тонах і контурних елементах.

4. Тип паперу та його поверхнєве покриття. Визначає ключові візуальні параметри зображення – насиченість кольорів, контрастність, деталізацію та сприйняття глибини. Глянцеві, суперглянцеві, сатинові, матові, шовковисті та перламутрові поверхні по-різному взаємодіють зі світлом і чорнилами, формуючи унікальні оптичні ефекти. Від вибору покриття залежить не лише естетика, а й комфорт перегляду, що особливо важливо для друку, призначеного для демонстрації або тривалого зберігання.

5. Тип чорнил. Визначає довговічність, стійкість кольорів та архівну стабільність відбитків. Барвникові чорнила забезпечують яскравість і прозорість, але менш стійкі до зовнішніх чинників. Пігментні – навпаки, формують стабільний шар із високою деталізацією, але можуть приглушувати блиск і насиченість. У лазерному друці тонер забезпечує чіткість і контрастність, але поступається у глибині кольору.

Практичне порівняння комбінацій.

Аналіз взаємодії типу паперу, чорнил і технології друку дозволяє обґрунтовано обирати оптимальний варіант для конкретних поліграфічних завдань. Це включає врахування естетичних вимог (насиченість, блиск, текстура), функціональних критеріїв (стійкість, довговічність, сумісність) та контексту використання (фотодрук, документація, презентації, репродукції). Такий підхід забезпечує баланс між візуальною виразністю та технічною ефективністю.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Hende. (б. д.). Про сублимаційний друк. <https://hende.kiev.ua/sublimatic-heat-transfer-printing.html>.
2. Printto. (б. д.). Види друку: офсетний, цифровий та струменевий. <https://printto.ua/blog/vydy-druku-ofsetnyj-tsyfrovyj-ta-strumenevyj-yakuj-vybraty-dlya-vashoho-projektu>.
3. Lundberg, A. (2011). Ink-Paper Interactions and Effect on Print Quality in Inkjet Printing. Divaportal.org. <https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:403846/FULLTEXT02.pdf>
4. Valdec, D., Hajdek, K., Majnarić, I., & Čerepinko, D. (2021). Influence of Printing Substrate on Quality of Line and Text Reproduction in Flexography. Applied Sciences (MDPI). <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/21/10149>.
5. MDPI Sustainability. (2024). Towards Expanding the Use of Paper Made from Recycled and Non-Woody Plants in Graphic Technology. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/11/4785>.
6. MDPI Coatings. (2022). Ink-Jet Printing towards Ultra-High Resolution: A Review. <https://www.mdpi.com/2079-6412/12/2/174>.
7. ISO. (2019). Guidelines for using print production standards. (ISO/TC 130). <https://committee.iso.org/files/live/sites/tc130/files/Resources/Guidelines%20for%20using%20print%20production%20standards%20v1.0%202019.pdf>.
8. Faulkner, E. (n. d.). ISO Printing Quality Standards overview. Soyang. <https://soyang.co.uk/iso-printing-quality-standards-all-you-need-to-know/>.
9. Fujifilm. (n. d.). Fujifilm Print US – Key ISO Standards for the Printing Industry. <https://print-us.fujifilm.com/news-updates/iso-printing-industry/>.
10. Rajeev, K. (2021). Dynamics of Sublimation Printing. International Journal of Trend in Scientific Research and Development. <https://www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd46353.pdf>.
11. Toshikj, E., & Prangoski, B. (2023). Textile Sublimation Printing: Impact of Sublimation Transfer Paper on Print Quality. Tekstil ve Konfeksiyon Journal, 33(4), 366-374. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.1145260>.