

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
Кафедра _____ Медіасистем та технологій _____
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)

« 01 » жовтня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ *Козаченко Артему Олександровичу* _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ *Дослідження якості широкоформатного друку на тканині* _____

Затверджена наказом по університету від 29 жовтня 2021 р. № 1613 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 13 грудня 2021 р. _____

3. Вихідні дані до роботи

вид друку – цифровий, широкоформатний; _____

тип чорнил – ультрафіолетові, сольвентні; _____

матеріал – синтетичний та натуральний холст; _____

дослідження виконується в умовах діючого поліграфічного підприємства. _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

1 Аналіз актуальності дослідження, мета та задачі роботи; 2 Особливості цифрового друку;

3 Експериментальні дослідження; 4 Аналіз результатів та рекомендації; 6 Економічна частина;

Висновки; Перелік джерел посилання; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів)

Мета, задачі, актуальність роботи; Види широкоформатного друку; Матеріали та

технології широкоформатного друку; Методи та засоби контролю якості; Показники

якості широкоформатного друку; Розробка тест-об'єктів для контролю; Результати

експериментального дослідження; Результати експертного опитування; Висновки та

рекомендації; Економічна частина. _____

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Григор'єв О.В.		
Економічна частина	проф. Полозова Т.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд і аналіз літературних джерел за темою дослідження	20.10.2021 – 02.11.2021	виконано
2	Дослідження особливостей технологій та матеріалів, які використовуються для широкоформатного друку на тканині	03.11.2021 – 06.11.2021	виконано
3	Вивчення вимог діючих нормативних документів та практичних рекомендацій, визначення номенклатури показників якості для оцінки широкоформатного друку на тканині	07.11.2021 – 11.11.2021	виконано
4	Розробка тест-об'єкта для проведення дослідження	15.11.2021 – 18.11.2021	виконано
5	Експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах	19.11.2021 – 22.11.2021	виконано
6	Розробка методики комплексної оцінки якості друкування на полотні	23.11.2021 – 25.11.2021	виконано
7	Аналіз отриманих результатів та надання рекомендацій щодо вибору матеріалів та покращання якості друку	26.11.2021 – 30.11.2021	виконано
8	Економічна частина	10.12.2021	виконано
9	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2021	виконано
10	Оформлення графічної частини	10.12.2021	виконано

Дата видачі завдання 1 жовтня 2021 р.

Студент _____ Козаченко А.О.
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Григор'єв О.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 76 с., 15 рис., 25 табл., 2 дод., 26 джерел.

ТЕХНОЛОГІЯ ШИРОКОФОРМАТНОГО ДРУКУ, СОЛЬВЕНТНИЙ ДРУК, УФ-ДРУК, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, ПОЛОТНО, КОМПЛЕКСНИЙ ПОКАЗНИК.

Мета роботи – дослідження особливостей широкоформатного друку на полотні, аналіз різних технологій друкування та оцінка якості відбитків на різних типах матеріалів.

Об'єкт дослідження – технології широкоформатного друку сольвентними та УФ-чорнилами на різних видах полотна.

В атестаційній роботі магістра досліджено технології, які використовуються для широкоформатного друку на тканині та особливості матеріалів, на яких здійснюється друк. Зроблено аналіз тенденцій розвитку зовнішньої реклами і можливості використання широкоформатного друку для виготовлення рекламної продукції та оформлення інтер'єру. На підставі вимог діючих нормативних документів, регламентуючих процес широкоформатного друку і практичних рекомендацій виробників рекламної продукції та виробників плотерів визначена номенклатура показників якості для оцінки широкоформатного друку на полотні і розроблені тест-об'єкти для проведення дослідження. Проведено експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах; розроблена методика комплексної оцінки якості друкування на широкоформатних принтерах та надані рекомендації щодо оптимального вибору матеріалів для широкоформатного друку з урахуванням вимог замовника та особливостей діючого поліграфічного підприємства.

Також в роботі здійснено економічне обґрунтування проведених досліджень.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 76 с., 15 рис., 25 табл., 2 прилож., 26 источников.

ТЕХНОЛОГИЯ ШИРОКОФОРМАТНОЙ ПЕЧАТИ, СОЛЬВЕНТНАЯ ПЕЧАТЬ, УФ-ПЕЧАТЬ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА, ПОЛОТНО, КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ.

Цель работы – исследование особенностей широкоформатной печати на холсте, анализ различных технологий печати и оценка качества отпечатков на разных типах материалов.

Объект исследования – технологии широкоформатной печати сольвентными и УФ-чернилами на разных видах полотна.

В аттестационной работе магистра исследованы технологии, используемые для широкоформатной печати на ткани и особенности материалов, на которых осуществляется печать. Проведен анализ тенденций развития наружной рекламы и возможности использования широкоформатной печати для изготовления рекламной продукции и оформления интерьера. На основании требований действующих нормативных документов, регламентирующих процесс широкоформатной печати и практических рекомендаций производителей рекламной продукции и производителей плоттеров, определена номенклатура показателей качества для оценки широкоформатной печати на холсте и разработаны тест-объекты для проведения исследования. Проведено экспериментальное исследование качества печати на разных материалах; разработана методика комплексной оценки качества печати на широкоформатных принтерах и рекомендации по оптимальному выбору материалов для широкоформатной печати с учетом требований заказчика и особенностей действующего полиграфического предприятия.

Также в работе осуществлено экономическое обоснование проведенных исследований.

ABSTRACT

The Explanatory note contains 76 p., 15 pic., 25 tabl., 2 app., 26 sources.

LARGE FORMAT PRINTING TECHNOLOGY, SOLVENT PRINTING, UV PRINTING, QUALITY INDICATORS, CANVAS, COMPLEX INDICATOR.

The purpose of the work is to study the features of large-format printing on canvas, analyze various printing technologies and assess the quality of prints on different types of materials.

The object of research is technologies of large-format printing with solvent and UV inks on various types of canvas.

In the master's certification work, the technologies used for large-format printing on fabrics and the features of the materials on which the printing is carried out are investigated. The analysis of trends in the development of outdoor advertising and the possibility of using large-format printing for the manufacture of advertising products and interior decoration. Based on the requirements of the current regulatory documents governing the process of large-format printing and practical recommendations of manufacturers of advertising products and manufacturers of plotters, a nomenclature of quality indicators for evaluating large-format printing on canvas has been determined and test objects have been developed for conducting research. An experimental study of the quality of printing on various materials has been carried out; developed a methodology for a comprehensive assessment of the quality of printing on large-format printers and recommendations for the optimal choice of materials for large-format printing, taking into account the customer's requirements and the characteristics of the existing printing company.

Also, the work carried out an economic justification of the research.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ, МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ	11
2 ОСОБЛИВОСТІ ЦИФРОВОГО ДРУКУ.....	14
2.1 Загальна характеристика цифрового друку	14
2.2 Способи друкування на тканині.....	15
2.3 Особливості широкоформатного друку	23
2.3.1 Особливості технологічних режимів для широкоформатного друку	24
2.3.2 Рекомендації щодо вибору матеріалів для друкування.....	29
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	30
3.1 Вибір обладнання та засобів вимірювання	30
3.2 Вибір матеріалів.....	35
3.3 Методика проведення досліджень	38
3.4 Критерії оцінки якості широкоформатного друку	40
3.5 Розробка тестового зображення для оцінки якості широкоформатного друку на полотні	42
3.5.1 Тест-об'єкти для дослідження градаційних характеристик	43
3.5.2 Тест-об'єкти для дослідження відтворення кольорів.....	44
3.5.3 Тест-об'єкти для оцінювання рівномірності та контрасту друку	45
3.6 Оцінювання показників якості друку на полотні.....	46
3.6.1 Вибір членів експертної групи.....	47
3.6.2 Визначення базових та граничних значень показників якості друку	48
3.6.2.1 Контраст друку	48
3.6.2.2 Кольорове охоплення.....	49
3.6.2.3 Відхилення за кольорами.....	53
3.6.2.4 Рівномірність друку	54
3.6.2.5 Градаційна передача	55
3.7 Розрахунок комплексних показників якості відбитків для широкоформатного друку.....	57
3.8 Експертне оцінювання якості друку.....	58

4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	60
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	62
5.1 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	62
5.2 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	65
5.3 Оцінка результатів науково-дослідної роботи	71
ВИСНОВКИ	73
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	75
ДОДАТОК А Тестова смуга для оцінки якості широкоформатного друку на полотні	77
ДОДАТОК Б Аналіз колірною охоплення широкоформатних плотерів	78

ВСТУП

Друк на полотні - особливий метод друку на синтетичному або тканинному матеріалі. Друк на полотні використовують як для прикраси інтер'єру (офісів або житлових приміщень) так і в якості презенту. Відмінною рисою картини в якості подарунка є високий рівень персоналізації, що робить його більш цінним.

Друк фото на полотні виконується за допомогою UV-принтерів у високій роздільній здатності, що гарантує гарну деталізацію навіть самих дрібних елементів зображення. Завдяки особливостям виробництва, картина на полотні може радувати не один рік без втрати насиченості фарб. Друк може здійснюватися як на синтетичному полотні, яке не втрачає своєї форми і не провисає, так і на натуральному матеріалі, який вважається більш екологічним, фактурним і в більшості випадків більш привабливим для замовника.

Вже понад 500 років полотно є одним з традиційних і найбільш популярних матеріалів для живопису [1]. Зараз, з розвитком технології цифрового широкоформатного друку полотно ще і основа для друку художніх та рекламних матеріалів - плакатів, репродукцій і фотографій.

Полотно має красиве плетіння, фактурний матеріал, що надає відбитку схожість на реальну картину, особливо якщо використовується додаткове покриття спеціальними лаками. Так на виході виходить зображення, яке практично не відрізняється від намальованого руками. Тому така продукція і такий вид друку зараз дуже популярний.

В останні роки також значно збільшилися об'єми використання широкоформатного друку як для зовнішньої або транзитної реклами, так і для внутрішніх робіт. Різні технології друкування та різні матеріали забезпечують використання цього виду друку для виготовлення самої різноманітної продукції – від невеликих банерів до супервеликих брендмауерів.

Це і визначило актуальність та мету роботи. Мета роботи - це дослідження особливостей широкоформатного друку на полотні, аналіз різних технологій друкування та оцінка якості відбитків на різних типах матеріалів.

В той же час це актуалізує проблему оцінки та контролю якості широкоформатного друку. Дана проблема є недостатньо вивченою. Тому в

даній атестаційні роботи магістра необхідно дослідити проблема контролю якості широкоформатного друку на різних матеріалах та розробити методику комплексної оцінки відбитків, отриманих на різному полотні з використання різних технологій друку.

Об'єктом дослідження в кваліфікаційній роботі є технології широкоформатного друку сольвентними та УФ-чорнилами на різних видах полотна.

Відповідно, предметом дослідження є властивості синтетичних та натуральних полотен, на яких здійснюється друк, особливості технологічних операцій для різних видів друку та методи контролю і оцінки якості друку.

Для практичної цінності дослідження проводяться на діючих поліграфічних підприємствах з використанням їх виробничого обладнання та поліграфічних матеріалів.

1 АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ, МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

Виготовлення фотографій, репродукцій, плакатів і постерів актуально майже в будь-якій сфері. Зупинимося на найбільш використовуваних. Саме сфера застосування і накладає в більшій мірі свої вимоги до якості отриманої продукції.

Оформлення будинків і квартир. Красива фотографія або портрет з власної подорожі, пам'ятний знімок сім'ї або просто гарний кадр, знайдений на фотостоці, цілком може виявитися родзинкою будь-якого інтер'єру. Недаремно такий спосіб оформлення користується великою популярністю, витіснивши старі «килими на стінах», які активно використовувалися років 30 назад.

Оформлення офісних і виробничих просторів красиво і за розумною ціною. Тут можна використовувати як якісь нейтральні пейзажі чи ситуаційні картини, так і загальні рекомендації щодо підвищення продуктивності праці, мотиваційні зображення, рекламну продукцію з фірмовою символікою тощо. Все залежить від фантазії креативників і побажань керівництва. Добре оформлений робочий простір, наприклад, гарне фото великого розміру на стіні, позитивно впливає і на продуктивність. Це давно і неодноразово доведено дослідженнями. Так що гроші, витрачені на виготовлення картин і плакатів, абсолютно точно будуть витрачені дарма.

Використання в рекламі. Яскраві рекламні плакати в художньому стилі, та ще й на щільному, добротному матеріалі точно сформують у потенційного споживача позитивний образ. А для оформлення таких закладів як арт-кафе або виставковий зал, такий варіант виготовлення оформлювальних речей майже незамінний, так як створює той самий вау-ефект, до якого зазвичай і прагнуть. І ціна в цьому випадку не має великої ваги.

Виготовлення будь-яких зображень, відповідних по темі - це ще й цікавий подарунок для знайомих, близьких і колег. Можна придумати цікавий колаж, знайти гарний комп'ютерний арт, роздрукувати портрет, натягнути на підрамник, обробити лаком і подарувати [2].

Виходячи з цього, дуже великим попитом зараз користуються модульні картини. Адже можна зробити масу різних варіантів, починаючи від диптихів і закінчуючи поліптихом буквально під будь-який колір і стиль інтер'єру.

Багато поліграфічних підприємств, які займаються широкоформатним друком, надають послуги друкування на полотні. Але не всі підприємства можуть задовольнити повні потреби споживачів. Це пов'язано з рядом факторів:

- по-перше, друкування здійснюється на різних за фактурою матеріалах і це впливає на зовнішній вид та якість відбитку;
- по-друге, полотно може бути як натуральним (з різних матеріалів), так і синтетичним, що позначається на екологічності виробу і впливає на її ціну;
- по-третє, для друкування можуть використовуватись різні технології друку, що теж впливає як на якість продукції, так і на інші властивості (ціну, екологічність, реалістичність тощо).

Всі ці фактори необхідно враховувати на етапі формування замовлення даної продукції для задоволення потреб споживачів, а також необхідно об'єктивно оцінювати якість друку цієї продукції.

Все це і визначило актуальність даного дослідження особливостей широкоформатного друку на полотні.

Мета роботи є дослідження особливостей широкоформатного друку на полотні, аналіз різних технологій друкування та оцінка якості відбитків на різних типах матеріалів.

Об'єкт дослідження – технології широкоформатного друку сольвентними та УФ-чорнилами на різних видах полотна.

Для реалізації мети в роботі вирішується ряд задач:

- огляд і аналіз літературних джерел за темою дослідження;
- дослідження особливостей технологій та матеріалів, які використовуються для широкоформатного друку на тканині;
- вивчення вимог діючих нормативних документів, регламентуючих процес широкоформатного друку та практичних рекомендацій виробників рекламної продукції та виробників обладнання;
- визначення номенклатури показників для оцінки якості широкоформатного друку на полотні;
- розробка тест-об'єктів для проведення дослідження та друкування їх на різних матеріалах для експериментального дослідження якості друку;
- розробка методики комплексної оцінки якості широкоформатного друку на полотні;

- аналіз отриманих результатів та надання рекомендацій щодо покращання процесу друку на полотні для поліграфічних підприємств;
- розробка методики вибору матеріалів відповідно до побажань замовника та вимог технологій друкування;
- економічне обґрунтування проведених досліджень.

Дослідження проводяться в умовах діючих поліграфічних підприємств, які займаються виготовленням широкоформатної продукції. Для наближення до реальних умов буде використовуватись матеріал, який використовується на підприємствах. Це дозволить дослідити реальні технологічні процеси широкоформатного друку, виявити проблемні місця і розробити рекомендації для цих підприємств щодо підвищення якості широкоформатного друку.

2 ОСОБЛИВОСТІ ЦИФРОВОГО ДРУКУ

2.1 Загальна характеристика цифрового друку

Цифровий друк - виготовлення тиражної друкованої продукції за допомогою «цифрового» обладнання. Під цифровим обладнанням розуміють пристрої друкують безпосередньо з електронних файлів, одержуваних від робочих станцій. Тому правильніше було б назвати цей спосіб друку - друк без застосування речових друкованих форм. Умовно цифровий друк можна поділити на кілька підвидів.

Листовий цифровий друк.

Застосовується для виробництва великої кількості рекламних матеріалів типу буклети, візитки, листівки та ін. Використовуються цифрові лазерні друкарські машини в основному виробництва компаній Xerox Konica Minolta, HP Indigo, Canon та інші.

Одна з різновидів такого виду друку - цифровий офсетний друк поєднує принцип цифровий (зокрема, електрофотографічний) і офсетного друку. Використовується, наприклад, в цифрових друкарських машинах HP Indigo Press. Зображення в HP Indigo Press формується на фоторецепторі (PIP - Photo Imaging Plate), заснованому на органічних фотонапівпровідниках (як у звичайних лазерних принтерів, з тією різницею, що фоторецептором є не жорсткий циліндр, а гнучка плівка, яка монтується на формному циліндрі). Потім воно передається на спеціальне офсетне гумовотканинне полотно (blanket) з якого вже переноситься на матеріал. На відміну від поширеної технології електрофотографічний друк з «сухим» тонером, тонер HP Indigo (ElectroInk) диспергирован в рідину. Цифрові друкарні рекламують цю технологію як особливу конкурентну перевагу.

Широкоформатний цифровий друк.

Широкоформатний друк застосовується для виробництва зовнішньої і інтер'єрної реклами, ширина друку таких машин може досягати 5-ти метрів, а довжина - десятки метрів, в машинах використовується принцип струменевого друку. Матеріал, що використовується для друку - папір, банерна тканина, сітка, спеціальні текстильні матеріали. Спектр виробників обладнання досить широкий.

Переваги цифрового друку:

- для пристроїв подібного виробництва досить відносно невеликих площ і побутової електромережі;
- є можливість друку коротких накладів без великих витрат на додрукарську підготовку;
- висока швидкість друку дозволяє практично відразу отримати готовий тираж;
- широкий асортимент матеріалів для друку.

Недоліки:

- відносно висока собівартість продукції;
- якість друку нижче, ніж у офсетного друку;
- стійкість фарби нижче, ніж у офсетного друку [3].

У даній роботі в зв'язку з особливістю матеріалу, який задруковується – тканинне полотно, буде досліджуватись цифровий широкоформатний друк з різними технологіями та чорнилами для друкування.

2.2 Способи друкування на тканині

Для друку на тканинах застосовуються різні методи друку: цифровий друк, сублімаційний друк, трафаретний друк на тканинах, термоперенос.

Розглянемо особливості цих технологій друкування для обґрунтування подальшого дослідження.

Сублімаційний друк ґрунтується на явищі сублімації, перехід речовини з твердого стану в газоподібний, оминаючи рідкий стан. Друк, при якому фарба при температурі 180-200° С і тиску переходить з матового паперу на поверхню. Друк наноситься на вироби, які не бояться термообробки, синтетичні білі тканини (на кольорових колір тканини змішується з кольором друку), сувенірну продукцію, оброблену сублімаційним лаком. Друк сублімації може застосовуватися для нанесення зображень на тканину. На відміну від інших способів друку дозволяє наносити на тканину фотографічні зображення з високою якістю. Технологія дозволяє отримати яскраві кольори, стійкі до впливу навколишнього середовища. Зі збільшенням популярності сублімації стали з'являтися нові матеріали, що використовуються здебільшого в рекламній та сувенірної продукції. Особливої популярності набули листи

фарбованого алюмінію, керамічна плитка, покриті шаром особливого полімеру, в який проникає сублімаційний фарба. Таким чином виготовляються нагородні дошки, офісні таблички, фотоплитка і багато іншого.

Слід зазначити, що стійким до впливу навколишнього середовища (у випадку з друком на текстилі) відбиток стає тільки в тому випадку, якщо об'єктом переносу є синтетичне (поліестрове) полотно. Тобто, якщо перенести зображення сублімаційним способом на сумішеві тканину і просто його випрати, зображення зблякне. Причому ступінь зміни насиченості кольору залежить від процентного вмісту бавовни в полотні.

Технологія сублімації дозволяє отримувати чудову якість на таких видах тканини: шовк, атлас, сітка для прапорів, габардин, сатин.

Переваги та недоліки сублімації:

- сублімаційний принтер друкує дуже довговічні зображення за рахунок того, що фарба - тверда, і знаходиться під поверхнею паперу. Захисний шар перешкоджає випаровуванню фарби з-під поверхні;

- сублімаційні принтери друкують більш якісне зображення, ніж струменеві принтери при тій же роздільній здатності. Це обумовлено тим, що піксель не має чіткої межі, тому навіть під мікроскопом не помітні «краплі». Також якість підвищується за рахунок можливості змішувати на носії зображення кольору в досить широкому діапазоні (до 6 біт кожного з базових кольорів). Найбільш світлі тони формуються так само природно, як і темніші;

- сублімаційний принтер досить дорогий, також, як і витратні матеріали до нього;

- до серйозних проблем друку сублімації можна віднести вкрай повільне виведення фотографій (фото 10 × 15 см друкується більше 1 хвилини) і чутливість застосовуваних чорнила до ультрафіолету. Однак зараз вводяться нові типи захисної фарби, що забезпечує захист від ультрафіолету [4-6].

Технологія прямого цифрового друку на тканині дозволяє зробити практично будь-який одяг та інші вироби з тканинах матеріалів абсолютно унікальними. Можливий друк на футболках, джинсах, сорочках, регланах, кофтах і інших предметах одягу тиражем від одного екземпляра. Фарба, нанесена таким методом друку, стає ніби частиною одягу і не зникає згодом, її можна гладити з будь-якого боку, одяг під час прання не втрачає свого кольору досить довго.

Прямий друк на тканині (цифровий друк по текстилю) - спосіб нанесення зображення на тканину, що передбачає прямий друк без проміжних носіїв зображення.

Перенесення зображення подібно звичайному друку на папері або інших стандартних носіях, але вимагає принципово іншого друкарського блоку і фарб на основі оксидів металів, здатних надійно утримуватися на тканині. Для світлої тканини використовується звичайний алгоритм роботи струминного принтера, для темної - нанесення спеціального праймера і процес для світлої тканини.

Підготовка матеріалу має на увазі згладжування, постпроцес - фіксацію нагріванням (до 150° С). Для прямого друку можуть використовуватися як спеціалізовані пристрої, так і широкоформатні струменеві принтери зі спеціальним блоком. З точки зору операційної системи в цьому випадку відбувається звичайний друк, тобто не потрібно ніяка спеціальна підготовка пристрою крім профілювання при установці. Повний процес обробки одного виробу займає близько 15 хвилин, з яких безпосередньо друк - близько 3-5 хвилин.

Переваги:

- а) оптичний дозвіл від 1440 dpi (залежить від текстури тканини);
- б) рівень деталізації набагато вище термотрансферного та шовкотрафаретного друку (шовкографії);
- в) технологія має всі перевагами цифрової поліграфії: низькою собівартістю при малих тиражах, швидкістю, гнучкістю зміни макета від копії до копії;
- г) зображення витримує більше 60 прань без істотної втрати якості, так як полімеризовані фарби стають буквально частиною тканини;
- д) можливий чотирьох, шести або восьмикольоровий (СМУК + Dark blue + Red + Grey + Golden Yelllow) друк с дозволом до 2880 * 1440 dpi.

Для прямого друку на одязі підходить практично будь-який вид тканини, на якому може полімеризуватися фарба [7]. На практиці це будь-який високоякісний текстиль, застосовуваний в рекламній і промо-сфері, а також для звичайного одягу. Метод прямого друку неможливо використовувати для синтетичних тканин, зазвичай використовують 100% бавовна, або 95% бавовни і 5% лайкри. Також можливий друк на темних тканинах з використанням білих чорнила, які використовуються в якості підкладки перед нанесенням кольорового зображення.

Шовкотрафаретний друк, або як її ще називають трафаретний друк, або шовкографія - метод нанесення різних зображень, логотипів та написів на текстильні вироби. Тиражі рекомендуються від 20 штук, найбільш поширений метод для друку на тканинах великими тиражами. Чим більше тираж, тим менше вартість малюнка на тканині, стійкий і довговічний друк, прання рекомендується до 40° С.

Для цього способу нанесення застосовують спеціальні фарби і лаки, які також широко використовуються для нанесення зображень на дитячих речах, як результат, ви отримуєте яскравий, предмет, який приваблює своїм зовнішнім виглядом і чіткістю нанесення зображення. Звичайна футболка може стати в разі оригінальніше та яскравіше. Зображення створюється шляхом пропускання, а точніше під тиском фарби через трафарет, створений із спеціального матеріалу, з невеликими осередками.

Переваги та можливості шовкотрафаретного друку [8]:

а) нанесення на матеріал шарів різної товщини. Такий шар в разі щільніше, ніж при офсетному друці, що в свою чергу дозволяє фарбі інтенсивніше переноситися на матеріал. Використання криючих фарб дає можливість зберігати бажаний, тобто первісний колір;

б) шовкографія дозволяє створювати більш глибокий ефект насиченості і блиску за рахунок підвищеної товщини шарів;

в) дозволяє покривати матеріал, товщина якого перевищує десятки міліметрів;

г) шовкотрафарет використовується у випадках, де необхідно нанести зображення на гнучкі або матеріали, які деформуються, наприклад, поліетилен;

д) дозволяє наносити зображення на вже готові вироби;

е) одним з ключових переваг шовкотрафаретного друку є економічність використання даного методу нанесення. Якщо необхідно віддрукувати поліграфічні вироби, трафаретна технологія допомагає економічніше витратити матеріал на різні технічні потреби.

Термоперенос (термотрансферний друк) - це спосіб перенесення зображення з спеціальних термотрансферних носіїв на вироби з тканини, такі як футболки, кепки, спецодяг, сумки і т.д. Спочатку зображення наноситься на спеціальний носій за допомогою принтера або трафаретного друку, потім за

допомогою термопреса відбувається перенесення зображення. Даний спосіб дозволяє отримувати високоякісні повнокольорові зображення практично на будь-яких матеріалах, як на темних, так і на світлих [9].

Друк флексом або флоком оптимальний при нанесенні написів, логотипів, коли зображення можна розділити на складові кольору. Флекс і флок - спеціальні текстильні термоплівки для друку зображень і малюнків на тканині. Цей вид нанесення в результаті багатьох зарубіжних тестувань і відгуків користувачів визнаний найбільш екологічно чистим і нешкідливим при носінні, а також найбільш міцним і довговічним. В процесі експлуатації і при пранні таке нанесення не змінює свої характеристики, краї зображення завжди акуратні й рівні, і на відміну від шовкотрафарету такий вид нанесення на тканину ніколи не потріскається. Можливий друк дуже тоненьких ліній і маленьких деталей, що дуже важливо при виготовленні фірмового одягу з логотипом або фірмовою символікою. І на відміну від інших видів нанесення друкувати можна і на рукавах, і на боках футболки, а не тільки на грудях або спині. Малюнок для друку спочатку вирізається плотером, а потім під спеціальним термопресом впікається в тканину при температурі 200°C.

Плівки бувають різних кольорів і відтінків, а також світловідбиваючі та голографічні. Якщо потрібна друк зображення на тканині в декілька кольорів - зображення вирізається кілька разів по черзі з потрібних кольорів плівок, а потім по черзі комбінується і наноситься на тканину. Цим методом можна надрукувати тільки напис або малюнок, але не фотографію.

Друк може виконуватися не тільки на одязі. Прапори, транспаранти, парасолі, скатертини, серветки і навіть картини. Це не повний перелік текстильної продукції. Для отримання якісної продукції використовуються різні види друку на тканинах: сублімаційний друк, прямий цифровий друк, трафаретний друк, термоперенос, широкоформатний друк тощо. Якість друку безпосередньо залежить від правильності вибору технології друку і вихідного матеріалу. Друк картин на полотні має свої особливості, які необхідно враховувати при виборі матеріалу і відповідної технології. Для аналізу переваг та недоліків різних видів друку рекомендується використовувати метод морфологічного аналізу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Аналіз способів друкування на текстилі

Спосіб друку	Показатели																	
	Тип тканини			Вид зображення		Зносостійкість		Стійкість матеріалу до температури	Вартість обладнання			Оптимальний тираж, шт.			Колір тканини		Нанесення фактурних зображень	Обмеження
	синтетична	<50%	натуральна	растрове	векторне	невисока	висока		висока	середня	низька	1-30	30-100	>100	білий	кольоровий		
Офсетний			+	+	+	+			+				+	+	+		1	
Цифровий	+	+	+	+	+		+	+		+		+	+/-		+	+/-		
Термоперенос методом аплікації	+	+	+		+		+	+			+	+	+		+	+	+	2
Сублімаційний	+	+		+	+		+	+			+	+	+	+	+			
Термотрансферний перенос			+	+	+	3		+			+	+	+/-		+	+/-		
Трафаретний	+	+	+	+	+		+			+		-	+	+	+	+	+	4

Пояснення до таблиці:

- + – показники, які характеризують спосіб друку;
- +/- – показники, які допускаються при спеціальних умовах;
- 1 – друк тільки на тканинах з натурального шовку;
- 2 – зображення не переноситься на тканини з нейлону, тканини, які містять силікон і з водовідштовхувальними речовинами;
- 3 – прання тільки ручне при температурі 30-40 °С;
- 4 – немає можливості друку на лляній тканині, полотні, мішковині, сітчастих тканинах.

За результатами складеної таблиці можна зробити наступні висновки: термоперенос методом аплікації виправданий для нанесення векторних фактурних зображень; сублімаційний друк рекомендується при використанні синтетичних тканин білого кольору (наприклад, для виготовлення прапорів), трафаратний друк має багато переваг, але використовувати його рентабельно тільки для великих тиражів. Для друку одиничних екземплярів на текстилі (друк картин на полотні) доцільно використовувати цифровий друк.

Для більш якісного продукту також необхідно правильно вибрати вид цифрового друку та витратні матеріали. Для тканин використовується прямий цифровий друк та широкоформатний. Який, в свою чергу, може бути сублімаційним, струменевим і твердочорнильним.

Термосублімаційні принтери наносять зображення під поверхню паперу. Нагрівальний елемент всередині принтера впливає на плівку, розташовану над спеціальним фотопапером. При нагріванні з плівки починає випаровуватися фарба і вбиратися в папір. В результаті чого виходить безрастрове зображення фотографічної якості. Крім фотодруку, цю технологію застосовують для нанесення зображень на футболки, кружки та іншу сувенірну продукцію.

У твердочорнильних принтерах замість рідких чорнил використовуються брикети твердих чорнил, які в процесі друку розплавляються. Дана технологія має ряд переваг, дозволяючи друкувати на широкому асортименті матеріалів, забезпечуючи яскраві насичені кольори і рівномірне нанесення зображення. Однак вона не отримала широкого поширення в силу високої початкової вартості і необхідності постійно підтримувати барвник в розплавленому стані.

Принцип подачі і розпилення чорнила в струменевих принтерах дещо різниться. Деякі виробники використовують технологію безперервної подачі чорнила. В цьому випадку в друкуючій голівці під тиском подається фарбник, який на виході з сопла розбивається на мікрокраплі.

Використання водних чорнил досить поширене. Водні чорнила не приносять шкоди навколишньому середовищу. Надруковані відбитки можна використовувати всередині приміщення без будь-яких наслідків. Крім того, саме водні принтери дають найвищий дозвіл друку. У той же час відбитки вимагають спеціального покриття і не можуть використовуватися зовні приміщення.

Найбільш часто водні чорнила застосовуються для друку пробних відбитків, професійних фотографій, творів мистецтва, інтер'єрної реклами, банерів для короткострокового застосування на вулиці. Використовуються різні матеріали на зразок полотна або тканини. Однак будь-який матеріал потрібно обробити, щоб чорнило в ньому утримувалося.

Різновид водних – пігментні чорнила. Вони відрізняються більш тривалим терміном використання і насиченим кольором.

Для зовнішнього застосування найчастіше використовують сольвентні чорнила, під якими часто мають на увазі будь-які чорнила не на водній основі. Як правило, у формулі задіюються нафтопродукти, наприклад, ацетон. Сольвентні чорнила дозволяють отримати дуже міцне і стійке до подряпин, води та УФ-випромінювання зображення. Шкідливі випари – головний недолік такого виробництва. Різні виробники використовують різні хімічні компоненти, тому іноді мова йде про «справжній» сольвент, а іноді – про «м'який» сольвент і «екосольвент». Екосольвентні чорнила менш токсичні, але і не такі стійкі.

Останні розробки в області струменевого друку привели до появи латексних і полімерних чорнил. Основний інгредієнт – вода, як сполучник використовується латекс або полімер. Це один з найбільш стійких типів чорнил. Відбитки не схильні до вицвітання на сонці і як наслідок, вони є навіть більш довговічними, ніж сольвентні або екосольвентні чорнила. Така довговічність відбитків стала можлива завдяки використанню нового матеріалу – латекс. Однак необхідна умова латексного друку – підігрів носія до і після друку, що дозволяє матеріалу краще вбирати чорнила і прискорює їх висихання. Тому матеріал повинен не боятися високих температур. Що не дозволяє використовувати латексні чорнила для синтетичного полотна.

Низку переваг мають у своєму розпорядженні УФ-принтери. На відміну від водних або сольвентних чорнил, УФ-чорнила не висихають і не випаровуються самі по собі, а тільки під впливом УФ-світла. При цьому виходить дуже яскраве зображення з живими кольорами.

При УФ-друці не потрібна спеціальна підготовка носіїв, що істотно заощаджує кошти. Закріплення відбувається дуже швидко, при цьому виходить дуже стійке зображення. Краплі зберігають форму (рис. 2.1). УФ-чорнила дозволяють задруковувати практично будь-який матеріал, включаючи гофрокартон, скло, дерево, вініл, метал, фактурну тканину.

Проведений в роботі аналіз особливостей друкування на тканині дозволяє вибрати найбільш оптимальні матеріали та технологічні режими для виготовлення якісного продукту – картин на полотні [10].

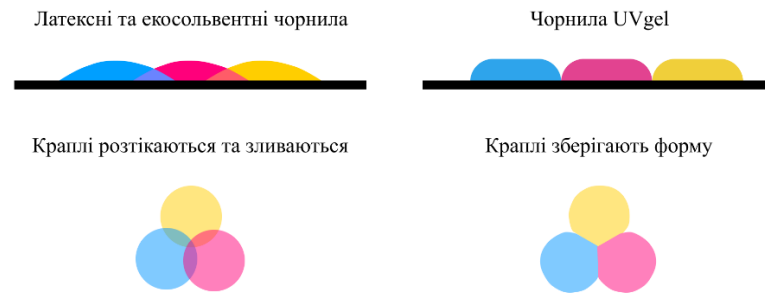


Рисунок 2.1 – Порівняння крапель різних видів чорнил

Проаналізувавши розглянуті способи друку на тканині для друкування картин прийнято рішення використовувати широкоформатний друк УФ-чорнилами та екосольвентними чорнилами. Ці методи дозволяють отримати яскраві і стійкі до впливу навколишнього середовища полотна. Технології екологічно безпечні, тому може використовуватися для виготовлення картин, які будуть розміщені в приміщенні. В ході дослідження необхідно проаналізувати матеріали, що використовується для виготовлення картин та фотореалістичних зображень.

2.3 Особливості широкоформатного друку

Широкоформатний друк зустрічається на кожному кроці. Вивіски, банери, рекламні оголошення - все це притягує погляд під час прогулянок або навіть поїздок в громадському транспорті. Інтер'єрна реклама також супроводжує нас всюди, будь то афіші, постери або рекламні стенди в офісі.

Розглянемо відмінності широкоформатного і інтер'єрного друку [11].

Говорячи про широкоформатний друк, всі представляють тільки один вид продукції - власне зовнішню друковану рекламу, яку найчастіше ми зустрічаємо на вулицях. Але мало хто знає, що інтер'єрний друк також є різновидом широкоформатного. В чому ж відмінності між цими двома видами.

Більш висока якість інтер'єрного друку. Широкоформатний друк банерів не вимагає високої деталізації зображення, оскільки часто їх розглядають з відстані. А тому там немає необхідності в такій передачі кольору, як у інтер'єрних банерів.

Роздільна здатність. Для інтер'єрного друку характерний показник в 1440 пікселів, тоді як широкоформатного зазвичай досить 360-720 точок на дюйм.

Устаткування. Для друку інтер'єрної продукції часто використовуються невеликі принтери, які дозволяють досягти кращої передачі півтонів і деталізації. Друк великих банерів здійснюється на великих апаратах, основним завданням яких є саме робота з великими площами матеріалів.

Матеріали. Для різних способів друку вибирають різну основу. Так, в широкоформатному друці частіше звертаються до самоклеючої плівці, баннерним сіткам і тканинам. А ось для інтер'єрного друку затребуваними є фотошпалери, полотна, перфорована плівка та інше. В цілому, ніщо не забороняє друкувати на будь-якому матеріалі, але більш дорогі матеріали зазвичай використовуються саме в інтер'єрному друці.

Чорнила. В широкоформатному друці використовують сольвентні та іноді екосольвентні чорнила; в інтер'єрному друці використовують також і водорозчинні фарби, латексні фарби, УФ-чорнила. Сольвентні чорнила не використовують для розміщення у приміщеннях, у зв'язку з їх токсичністю.

Міцність. Оскільки широкоформатний друк зазвичай розміщують зовні, він повинен бути стійким до зовнішніх чинників і досить міцним, щоб служити довгий час без пошкоджень. Для інтер'єрного друку показник міцності не настільки важливий, оскільки зсередини таких факторів як опади і вітер просто немає. Тому нерідко застосовуються навіть паперові носії.

Відстань сприйняття. Інтер'єрний друк зазвичай розглядають поблизу, саме тому так важлива чіткість і якість зображення. А ось у широкоформатних виробів якість і деталізація картинки оцінюються не так скрупульозно. Досить подивитися на банер з 5-10 метрів - це і буде адекватною оцінкою.

Площа і ціна. Інтер'єрний друк - більш доступний, розрахований він на оформлення великих приміщень або роздруківку зовсім маленьких картинок. Широкоформатний друк - це тільки великі зображення, а тому і ціна їх вище [11].

2.3.1 Особливості технологічних режимів для широкоформатного друку

Широкоформатний друк виконується за допомогою широкоформатних принтерів і плотерів, які дозволяють виконати якісний друк практично будь-якого формату і на будь-якому матеріалі.

Сучасний ринок широкоформатних принтерів різноманітний. Це проявляється і з точки зору технологій, і форматів одержуваних зображень і,

природно, цін. Ось уже кілька років лідерами цього ринку є струменеві плоттери. Існує безліч ознак, за якими можна робити диференціацію струменевих плоттерів. Зупинимось на двох основних.

Класифікація за типом струменевої системи.

Принтери по типу струменевої системи прийнято розділяти на два класи: термострумінні і п'єзоелектричні. В даний час ціни на термічні струменеві принтери безперервно знижуються і вони все більше захоплюють ринок принтерів початкового рівня, для п'єзоелектричних систем залишається ринок продукції середнього і вищого класу.

Термострумінна система - активізація фарби і її викид відбуваються в результаті їх нагрівання. До переваг даної системи можна віднести лише одне - низька вартість друкуючої голови. Всі інші її характеристики - це одні недоліки. По-перше, друкуюча голова має дуже маленький термін служби. По-друге, для безпроблемної роботи термострумінні принтера необхідно використовувати тільки оригінальні (досить дорогі) чорнила. По-третє, друк виробляються тільки одним типом чорнила - на водній основі. По-четверте, друк на таких принтерах не дотягує до фотореалістичної якості. І, нарешті, для друку на термострумінних принтерах необхідні тільки спеціальні носії.

П'єзоелектрична система (викид фарби відбувається під тиском, створюваним коливанням мембрани).

П'єзотехнології базується на властивості п'єзокристалла розширюватися-стискатися при впливі електричного імпульсу. При виготовленні п'єзокристал використовуються оксиди свинцю, цинку і титану.

Тут все навпаки - один недолік і маса достоїнств. Як недолік можна відзначити досить високу вартість друкуючої головки. Але тут потрібно сказати про те, що ресурс п'єзоелектричних головок варіюється від семи місяців і значно перевищує ресурс головок термоструйної друку. Друкують голови розташовані стаціонарно, що зменшує механічний вплив на неї і значно підвищує термін служби.

До переваг системи відноситься можливість використання, по-перше, чорнила будь-якого типу і не самого відмінної якості, по-друге, самих різних матеріалів-носіїв. Завдяки перевагам цієї системи альтернатив цифровим струменевим плоттера на базі п'єзоелектричній голови поки не існує.

Класифікація за типом чорнила.

Чорнило для великоформатної повноколірного друку діляться на наступні основні типи: водні, сольвентні, екосольвентні, масляні і УФ-отверждаемые.

Водні. Як чорнила використовуються водорозчинні органічні барвники на водній основі. Такі чорнила використовуються для високоякісного друку з високою роздільною здатністю і найбільш правильною передачею кольору тільки для інтер'єрної друку, так як мають найнижчу світлостійкість і до того ж не лягають на полімерні матеріали без спеціального покриття, яке не дає чорнила розтікатися на поверхні матеріалу. Це спецпокриття не є водостійким і вимагає додаткового ламінування. Але навіть УФО ламінат не набагато подовжує термін служби подібних зображень. Приблизний термін служби всередині приміщень становить приблизно 2-2.5 року, поза приміщеннями - 0.5 року максимум, з урахуванням ламінування - близько року. Даний вид друку є високоякісним по перенесенню кольорів і роздільної здатності.

Сольвентні. Ці чорнила являють собою колоїдний розчин пігменту в розчиннику, за рахунок чого утворюється емульсія. Пігменти можуть бути органічними і неорганічними. Останні мають найвищу светостійкістю, але вибір кольорової гами серед них обмежений у порівнянні з органічними. Тому у виробництві чорнила в основному використовують органічні пігменти з середньою светостійкістю 2.5-3.5 року, в залежності від виробника і підбору ними колірних складових пігменту. Завдяки цьому сольвентні чорнила широко застосовуються для друку зовнішньої реклами. Для інтер'єрної друку їх використовують рідко, так як в яскравості і насиченості кольорів вони істотно поступаються водним.

Сольвентні чорнила дешеві за вартістю, але дуже шкідливі для людини і навколишнього середовища, тому в приміщенні, де стоять сольвентні принтери необхідно встановлювати витяжну систему. Сольвентні чорнила не вибагливі до носія, так як за рахунок розчинника, який міститься в чорнилі, відбувається відмінна вбираність (в'єданіє) в матеріал.

Основна відмінність друкуючих сольвентними чорнилом принтерів від інших моделей на базі пьезоголовок полягає в незрівнянно більшій стійкості надрукованого зображення до впливів зовнішнього середовища. Слід уточнити, що стійкість картини залежить від розмірів наноситься на запечатуваний матеріал краплі барвника. Чим крапля більше, тим більше

кількість невивгораючої пігменту і незмивною сполучного - сольвенту в ній. При цьому на принтерах невеликого формату (до 1 кв.м) картинка виходить яскравою і соковитою, незважаючи на відсутність зовсім дрібних деталей, властивих фотографії. Широкоформатні принтери на сольвентних чорнилах здатні відтворити текст з висотою букви від 4-5 мм, при тому, що рекомендована відстань до глядача - не менше 3 м. Основний козир такої картини в порівнянні з більш якісними і менш продуктивними фотопринтерами - стійкість і довговічність, що забезпечується сольвентними чорнилами при хорошій якості передачі кольору.

Екосольвентні чорнила - це щось середнє між водними і сольвентними чорнилами. Вони містять невелику кількість органічних розчинників, завдяки чому є більш безпечними в роботі, помірно лягають на матеріали. Для них рекомендується використовувати матеріали зі спеціальним покриттям. Їх світлостійкість вище, ніж у водних чорнил, але значно нижче, ніж у сольвентних. Термін служби друку такими чорнилами поза приміщеннями без ламінування становить 3-6 місяців, на матеріалах із спецпокриттям (водо і УФО стійкими) він збільшується до 2-х років.

Найчастіше екосольвентні чорнила використовуються для інтер'єрного друку з високою роздільною здатністю, так як завдяки своїй консистенції здатні проходити через сопла друкованих головок з малим вихідним діаметром (отримання якості до 1600 dpi).

Принтери, що працюють на екосольвентних чорнилах, не призначені для використання інших типів чорнила.

Масляні. Масляні чорнила, як видно з назви, в основі своїй мають масло. Для колірної складової використовуються жиророзчинні органічні барвники або звичайні дисперсні пігменти. Вони нешкідливі для людини, дуже насичені за кольором, але вельми вибагливі до носія (необхідно, щоб він мав відповідну просочення, інакше чорнила не будуть вбиратися в матеріал, замість ламінування для масляних чорнил використовується спеціальна рідина яка наноситься після друку зображення). Термін служби такого зображення на вулиці в середньому не перевищує навіть півроку, тому частіше масляні чорнила використовують для інтер'єрного друку.

Принтери, які друкують такими чорнилами, мають досить високу продуктивність - від декількох десятків квадратних метрів за годину.

УФ-чорнила. Ультрафіолетові чорнила - новий виток розвитку рекламної індустрії. УФ-принтера можуть друкувати по гнучким матеріалами до 2 мм з рулону і по твердим матеріалами товщиною до 10 см. Використання УФ-чорнил забезпечує ряд істотних переваг в порівнянні з традиційними сольвентними і екосольвентний апаратами.

До переваг УФ-принтерів слід віднести:

а) стійкість зображення при зовнішньому експонуванні до п'яти років;
б) найширший спектр матеріалів для друку, який набагато перевершує перелік матеріалів для сольвентних машин (крім звичайних паперу, плівок і банера, УФ-принтера друкують на склі, пластикових аркушах, металі, дереві та інших матеріалах);

в) гранично низька витрата чорнила (від 5 мл на 1 м² у виробничому режимі);

г) екологічність виробництва - УФ-чорнило не містять шкідливих розчинників, тому не потрібна установка додаткового вентиляційного обладнання;

д) надійність принтера і його компонентів - УФ-чорнило на відміну від сольвентних не містять агресивних розчинників, тому можливість хімічного руйнування системи подачі чорнила в принтері відсутня навіть теоретично.

Один з найважливіших факторів при виборі промислового принтера - це собівартість продукції, що виготовляється на ньому продукції. Велика популярність сольвентних принтерів багато в чому пов'язана саме з цим показником.

Низька собівартість досягається можливістю апаратів друкувати на непідготовлених матеріалах і невеликою ціною на сольвентні чорнило. Що стосується чорнила, то тут потрібно враховувати два фактори: витрата чорнила на квадратний метр і їх вартість за літр. За показником витрат чорнила УФ-принтер в кілька разів ефективніше сольвентних апаратів. Одна з причин цього - різні принципи закріплення чорнила на матеріалі. Сольвентні чорнило висихають завдяки швидкому випаровуванню міститься в них розчинника. Таким чином, частина маси чорнила залишається на матеріалі, а частина випаровується в навколишнє середовище. При закріпленні УФ-чорнила вся барвиста маса залишається на матеріалі, так як процес випаровування відсутній - його заміщає процес УФ-полімеризації [12].

2.3.2 Рекомендації щодо вибору матеріалів для друкування

Для широкоформатного друку картин на полотні, фоторепродукцій та інших поліграфічних робіт використовують натуральні і синтетичні полотна.

Натуральні - справжні полотна, тому вважається, що роздруківки на них більш схожі на оригінали. Але при цьому вони вимагають до себе дбайливого ставлення. Для захисту основи і роздрукованого на ній зображення натуральні полотна необхідно покривати лаком. Лак забезпечує захист від проникнення пилу і вологи, а також захищає від механічних впливів. Адже набагато простіше очистити від пилу плівку, утворену лаком, а не кольоровий шар. Ну і крім того лак створює глянець.

Якщо планується надрукувати репродукцію, особливо картину, написаної олійними фарбами, варто вибрати полотна з більшою щільністю (300 г/м² і більше). Таке полотно відрізняється грубою фактурою, яка і надає йому вид зітканої вручну тканини. Матеріал дуже міцний і без проблем витримує не тільки лакування, але і обробку гелями, що імітують мазки олійною фарбою.

Для друку фотографій на полотні краще використовувати тонкотканне полотно. Його поверхня більш гладкіша і біліша, а переплетення ниток рівномірно по всій поверхні полотна. Крім того, натуральні полотна можуть бути лляними і бавовняними. Взагалі професійні художники для роботи з маслом вибирають льон, він краще протистоїть вологості і перепаду температур. Але при цьому у льону більш зерниста і груба фактура.

При виборі матеріалу потрібно також враховувати те, що натуральні полотна майже завжди - матові, хоча виробники і намагаються робити поверхню більш глянцевою в порівнянні з природною.

Синтетичне полотно - рівне, що добре виглядає при друку фотографій. Вони бояться вологи менше натуральних і можуть бути як абсолютно білими, так і виконаними в іншому кольорі. По складу синтетичне полотно складається з поліестрових і бавовняних ниток, при цьому поліестеру більше. Бувають як матовими, так і глясовими. Можуть використовуватися як недорога і якісна основа для друку. При цьому на ньому ще й будуть мати гарний вигляд фотографії або модульні картини [13].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Вибір обладнання та засобів вимірювання

Провідними фірмами, що випускають принтери для широкоформатного друку, є Epson, Roland, Canon та Gongzheng.

Сольвентні принтери – це найбільш поширений тип широкоформатних принтерів, застосовуваних для виробництва зовнішньої реклами. Представлені в даній категорії принтери володіють незаперечною перевагою – найбільш низькою собівартістю друку серед всіх типів широкоформатних принтерів, одночасно забезпечуючи високу продуктивність друку. Сольвентні принтери друкують чорнилом на основі розчинника (сольвенту).

Принцип друку сольвентними чорнилом ґрунтується на тому, що сольвент, як основне середовище, роз'їдає поверхню друкованого матеріалу, таким чином, дозволяючи часткам пігменту проникнути вглиб поверхні носія і зафіксуватися після моментального випаровування розчинника.

Технологія друку сольвентними чорнилом набула найбільшого поширення і довгий час залишалася передовою, і в багатьох країнах, включаючи Україну, як і раніше займає основну частку на ринку зовнішньої друку. Якісні сольвентні чорнила мають високу адгезію і світлостійкість, швидко сохнуть і не вимагають додаткової обробки для захисту відбитка від вигорання і впливів навколишнього середовища.

Чорнила на основі сольвенту є найбільш дешевими з усіх можливих альтернативних варіантів, завдяки цій очевидній перевазі, сольвентні принтери є найбільш конкурентоспроможним рішенням для виробництва широкоформатної зовнішньої реклами.

Сольвентні принтери застосовуються для друку на традиційних для широкоформатного друку носіях, таких як: папір для сітілайтів, плівки ПВХ, банерна тканина, папір для скролів, тканина для прапорів, ПВХ сітка Mesh і багато інших. Також, крім зовнішньої реклами, сольвентні принтери з дозволом друку 1440dpi, іноді використовуються для друку на рулонних полотнах для широкоформатного друку, безшовних фотошпалерах і текстильному банері для сольвентного друку [13].

Крім низької вартості чорнила, обладнання для сольвентного друку, також є оптимальним бюджетним рішенням. Основне виробництво сольвентних принтерів зосереджено в Китаї, лідируючі позиції займають такі всесвітньо відомі виробники, як Flora і Gongzheng (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Принтер для широкоформатного друку екосольвентними чорнилами Gongzheng ThunderJet C1601S

Друк ультрафіолетовими чорнилами – це технологія нанесення фарб, які тверднуть під впливом ультрафіолетового випромінювання. Завдяки цьому, оброблений матеріал набуває характеристики, які особливо цінні як для рекламної сфери, так і для промислового виробництва.

УФ-технологія дозволяє друкувати як на рулонних, так і на твердих листових матеріалах, таких як стінові та стельові панелі, композитні матеріали, керамічна плитка, коркове покриття, лінолеум, килимове покриття, дерево, ДВП, ДСП, оргскло і скло, шпалери, полотно, тканина, картон і папір, плівка, пластик і ПВХ, металеві поверхні багато іншого.

Принцип цього виду друку заснований на спеціальних рідких чорнилах, які при впливі на них ультрафіолетового випромінювання, полімеризуються і переходять в твердий стан. Барвник не вбирається в матеріал, залишаючись на його поверхні, що забезпечує яскраві та насичені кольори. Полімеризовані таким чином чорнила мають високу стійкість до факторів зовнішнього впливу, вони не вицвітають і не розчиняються у воді і розчинниках. Крім того, чорнила мають високу покривну, або низьку прозорість, що дозволяє отримувати насичені та яскраві зображення, що працюють на просвіт.

Як правило, більшість УФ-принтерів дозволяють друкувати як на жорстких листових, так і на рулонних матеріалах (рис. 3.2). Можливість стикувати декілька аркушів дозволяє отримувати зображення великих розмірів. Друк може здійснюватися з роздільною здатністю 600, 1200 і 2400 dpi [14].



Рисунок 3.2 – Принтер для широкоформатного друку ультрафіолетовими чорнилами Gongzheng GZM3200UV

Характеристики сольвентного принтера представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики екосольвентного принтера Gongzheng ThunderJet C1601S

Основні властивості	
Тип друку	Широкоформатний сольвентний
Технологія друку	Змінна крапля (Greyscale)
Друкуюча голівка	1 Epson DX5
Кількість кольорів	4
Чорнила	СМΥК екосольвент/СМΥК сублімація
Ширина друку	Максимум 1600 мм
Роздільна здатність	1440 dpi
Швидкість друку	Draft 17.7 м ² /год. Production 13.3 м ² /год. High-resolution 9.7 м ² /год. Photo 8.2 м ² /год.
Матеріали	Вінил, самоклеюча плівка, банер, канва, шпалери, сублімаційний папір, холст
Характеристики інтерфейсу	Зовнішній: USB2.0; Внутрішній: високошвидкісний SCSI
Програмне забезпечення	PhotoPRINT/Onyx+Thunderjet control console
Електроспоживання	50Hz, 220V±10%, 3A (принтер) + 10A (ІЧ-сушка)
Розміри, мм	ДхШхВ: 2718х780х1442

Принтер оснащений друкуючою головкою Epson DX5, що дозволяє отримувати зображення з роздільною здатністю 1440 dpi. Друк краплями змінного розміру (технологія GZGreyscale) дозволяє досягти тілесного відтінку з бездоганною точністю, плавністю градієнтів і тонка деталізація тексту та дрібних елементів зображення без втрати швидкості друку. У систему подачі чорнила можна встановити ємності об'ємом до 1,5 л, що забезпечує їх безперервну подачу.

Автоматична система чищення і парковки зберігає вихідний отвір друкованої головки ідеально чистим та дозволяє забезпечити найвищу якість друку.

Технічні характеристики ультрафіолетового принтера Gongzheng GZM3200UV наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики ультрафіолетового принтера Gongzheng GZM3200UV

Основні властивості	
Тип друку	Широкоформатний ультрафіолетовий
Технологія друку	П'єзозмінна крапля (Greyscale)
Друкуючі голівки	4~8 Dimatix GMA33
Роздільна здатність, dpi	600x900~600x2400
Система сушки	LED UV-лампи з подвійним охолодженням
Кількість кольорів	СМУК 2-СМУК
Чорнила	UV
Система подачі чорнил	Рециркуляційна з негативним тиском
Товщина матеріалу	Максимум 3 мм
Ширина друку	Максимум 3200 мм
Роздільна здатність	720 dpi
Швидкість друку	Draft 600x900 dpi 3 pass 29 м ² /год. Production 600x1200 dpi 4 pass 21 м ² /год. Hi-resolution 600x1800 dpi 6 pass 15 м ² /год. Photo 600x2400 dpi 8 pass 11 м ² /год.
Матеріали	Банер, фронтліт, бекліт, самоклеюча плівка, шпалери, холст
Характеристики інтерфейсу	Зовнішній: USB2.0; Внутрішній: високошвидкісний SCSI
Програмне забезпечення	PhotoPRINT+GZ control consol
Електроспоживання	Single-phase, 50/60Hz, 220V±10%, 8.5A (принтер)+1.2A (UV-контролер)
Розміри, мм	ДхШхВ: 4930x1150x1740/4790x1193x1520

Технологія широкоформатного ультрафіолетового друку (UV- або УФ-друку) отримує останнім часом все більшого поширення. Вона користується популярністю не тільки завдяки своїм незаперечним перевагам перед іншими видами друку, але й за рахунок нанесення високоякісних зображень практично на будь-які поверхні.

Зображення чорнилом, що твердне під впливом ультрафіолетового випромінювання, наноситься на скло, пластик, дерево, метал, картон, кераміку, плівки. Особливо широкий спектр текстильних матеріалів, натуральних (полотна) та синтетичних тканин, які використовуються для виробництва різних рекламних конструкцій, оформлення комерційних приміщень, декорування житлових інтер'єрів.

Основні переваги та недоліки УФ-друку:

- друк може бути нанесена практично на будь-який матеріал;
- стійкість до зовнішнього впливу: різкі перепади температур, волога, сонячне світло, механічне пошкодження і т.д.;
- УФ-друк наноситься буквально за кілька хвилин;
- мінімальні вимоги підготовки матеріалу для нанесення друку;
- чорнила абсолютно безпечні для людини, і при опроміненні ультрафіолетовою лампою не виділяють шкідливих речовин.

Одним з найсучасніших і технологічних напрямків сучасної поліграфії є УФ друк, який дозволяє робити цікаву поліграфію для реклами та інтер'єру не тільки на папері або полотні, а й таких, здавалося б, «невідповідних» матеріалах як скло, пластик і навіть кераміка і дерево.

У цього способу друку є кілька важливих переваг, які роблять її «технологією майбутнього»:

- друк білим кольором. Причому не просто білим, а щільним, приючим білим кольором, в тому числі на прозорих матеріалах з двостороннім друком;
- висока швидкість висихання відбитків – лист висихає відразу ж після проходження через плоттер, фарба затвердіє під УФ-лампами. Можна зразу ж виконувати післядрукарську обробку або використовувати за призначенням;
- можна друкувати практично на будь-якому матеріалі. Існує дуже мало обмежень, таких як листові матеріали повинні мати певні розміри та

використання матеріалів, яким протипоказано УФ-випромінювання через те, що вони через нього деформуються;

- друкування здійснюється з фотоякістю на плівках, тканинах, пластику, склі, кераміці. Тобто майже на всіх невбираючих матеріалах;

- вологостійкість. Звичайно, папір набуває вологостійкість після ламінування. Але зображення, роздруковані з УФ-технології на пластиці, вологи не бояться, тому що фарба після висихання і затвердіння утворює міцну плівку, яка витримує як вологу, так і механічні дії. Позначається висока міцність утворюється плівки і хороші показники адгезії;

- екологічність. УФ-чорнила не мають проблем з екологічністю як, наприклад, сольвентні.

У поєднанні з прийнятною вартістю друку виходить, що за УФ-друком явне і очевидне майбутнє в плані внутрішнього та зовнішнього рекламного широкоформатного друку [14].

Для вимірювання оптичної щільності ділянок зображення обрано денситометр X-Rite 518.

У даній роботі для колориметричного визначення кольору, яке необхідно для обчислення різниці кольорів та кольорового охоплення використано спектрофотометр Gretag Munsell Eye-One Pro UV Cut. Спектрофотометри дозволяють виконати оцінку точності відтворення пам'ятних кольорів зображення, розрахувати колірні відмінності для об'єктивної оцінки кольору.

Для аналізу рівномірності тону, дрібних деталей та лінійності зображення використовувалась поліграфічна лупа.

3.2 Вибір матеріалів

Для оформлення інтер'єрів та, зокрема, цифрового друку картин використовуються переважно полотна (канва). Завдяки оригінальним фактурам, які створюються різним переплетенням ниток, багато репродукцій картин ледь відрізняються від оригіналу. Крім того, деякі види полотен, наприклад, Гойя Преміум, Далі Преміум, Матісс Преміум, Уорхол Преміум, мають особливе водовідштовхувальне покриття, що дозволяє використовувати їх для виготовлення рекламних конструкцій для зовнішнього

використання. Подібна властивість має і канва Бавовняна Ексклюзив, яка має й іншу важливу якість – вогнестійкість.

Для проведення експерименту були розглянуті матеріали, які використовуються на реальних виробництвах. Дослідження проводились в рекламному агентстві, яке займається широкоформатним та цифровим друком, та не великому підприємстві, де здійснюють тільки широкоформатний друк. Аналіз заказів підприємств дозволив обрати два матеріали, які найчастіше обирають замовники, а саме синтетичне та натуральне полотно Канва Матисс і Канва Миро відповідно. Ці матеріали дозволяють друкувати як картини, так і фоторепродукції (тобто зображення з фотоякістю) [15].

Канва Матисс. Характеризується слабо вираженою фактурою. Матеріал виготовлений із 100% поліефіру. Тканина наділена невеликою щільністю, в той же час вона досить гнучка, тому зручно її кріпити на каркас. З Канви Матисс виготовляють середні за розміром панно, картини, фотополотна, банери. Для тканини підходить латексний друк, сольвентний друк, УФ-друк (рис. 3.3).

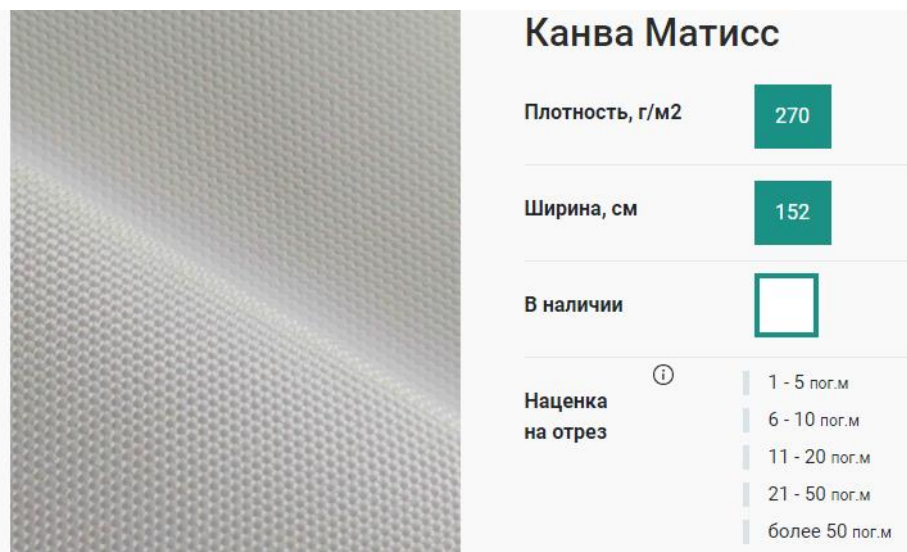


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд синтетичного полотна Канва Матисс

Канва Миро складається зі 100% бавовни. Полотно має значну щільність і фактуру художнього полотна. На своєму лицьовому боці тканина має спеціальне покриття, яке покращує якість друку, що наноситься на нього. Що стосується видів друку, то Канва Міро Преміум підтримує латексний друк, сольвентний друк, УФ-друк. Тканина підходить для виготовлення настінних панно, банерів, фотошпалер, фотохолстів (рис. 3.4).

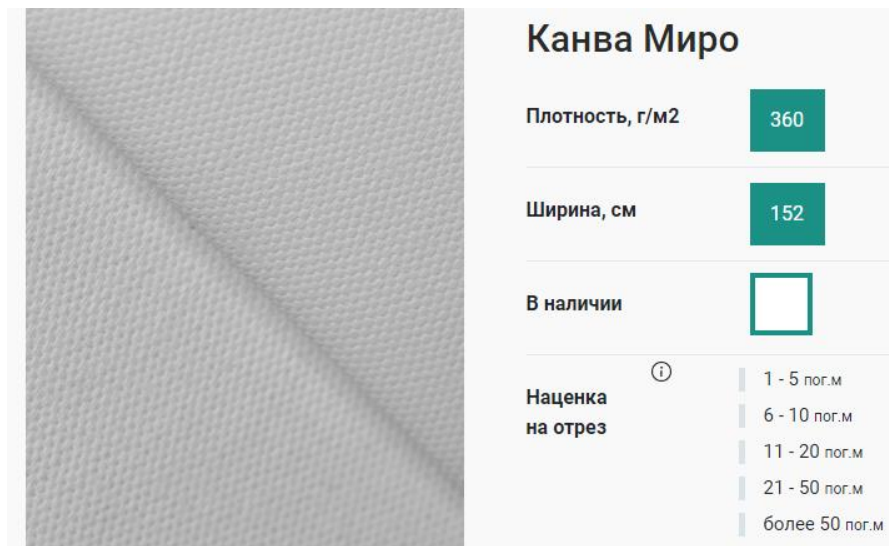


Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд натурального полотна Канва Миро

Канва Гойя - полотно, виготовлене з 40% бавовни, 60% поліефіру. Поверхня тканини має яскраво виражену структуру художнього полотна. Матеріал підходить для сольвентного друку, латексного друку, УФ друку. Канва просочена спеціальним водовідштовхувальним складом, тому зображенню не буде страшна волога. Нанесений на тканину орнамент має тривалий термін служби. Він не блякне з часом, не стирається і не ламається. Канва Гойя ідеальна для виготовлення банерів, настінних панно, картин, фотошпалер та фотополотнів. Матеріал має підвищену щільність (рис. 3.5).

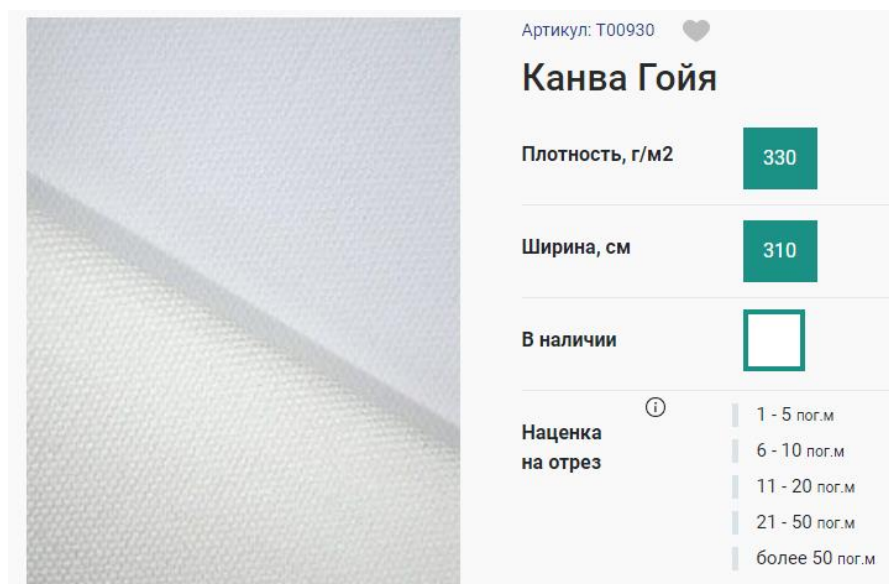


Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд напівсинтетичного полотна Канва Гойя

Напівсинтетичне полотно Канва Гойя має підвищену щільність та спеціальний водовідштовхувальний склад і, відповідно, значно більшу ціну. Тому в дослідженнях вона не буде використовуватись. Її обирають замовники на спеціальні замовлення.

Основна задача вибору матеріалу завжди виникає під час порівняння майже однакових за якістю матеріалів. Тому об'єктивно оцінити якість цих матеріалів і допомогти замовнику отримати якісну продукцію з урахуванням його переваг щодо екологічності, або яскравості, або реалістичності картини допоможе комплексний показник якості.

Під час розробки цього показника будуть враховані особливості друкування картин на різному полотні та різними способами друку – екосольвентним та УФ-друком.

3.3 Методика проведення досліджень

Комплексна методика оцінки якості друкованих картин на полотні (тобто широкоформатного друку на полотні) передбачає декілька етапів, в результаті яких виробляється єдина концепція оцінки з розрахунком комплексного показника. Він і визначає рівень якості досліджуваних друкованих зразків.

Комплексна оцінка якості друкованої поліграфічної продукції пов'язує візуальну оцінку отриманих зразків експертами та інструментальну оцінку фізичних показників якості відбитків на різних матеріалах, отриманих за допомогою широкоформатного друку на двох типах принтерів – екосольвентному та УФ.

Алгоритм комплексної оцінки якості широкоформатного друку на тканині наведено на рисунку 3.6.

Комплексний підхід до оцінювання якості широкоформатного рекламного друку здатний дати максимально точні і об'єктивні результати. Він включає в себе розгляд відбитків за кількома важливими параметрами та їх оцінювання. Після цього визначається вагомість кожного з властивостей за певною методикою. Вагові коефіцієнти визначаються групою експертів. Сума всіх коефіцієнтів дорівнює одиниці. Після розрахунку комплексного показника, його значення порівнюється з суб'єктивною оцінкою експертів.

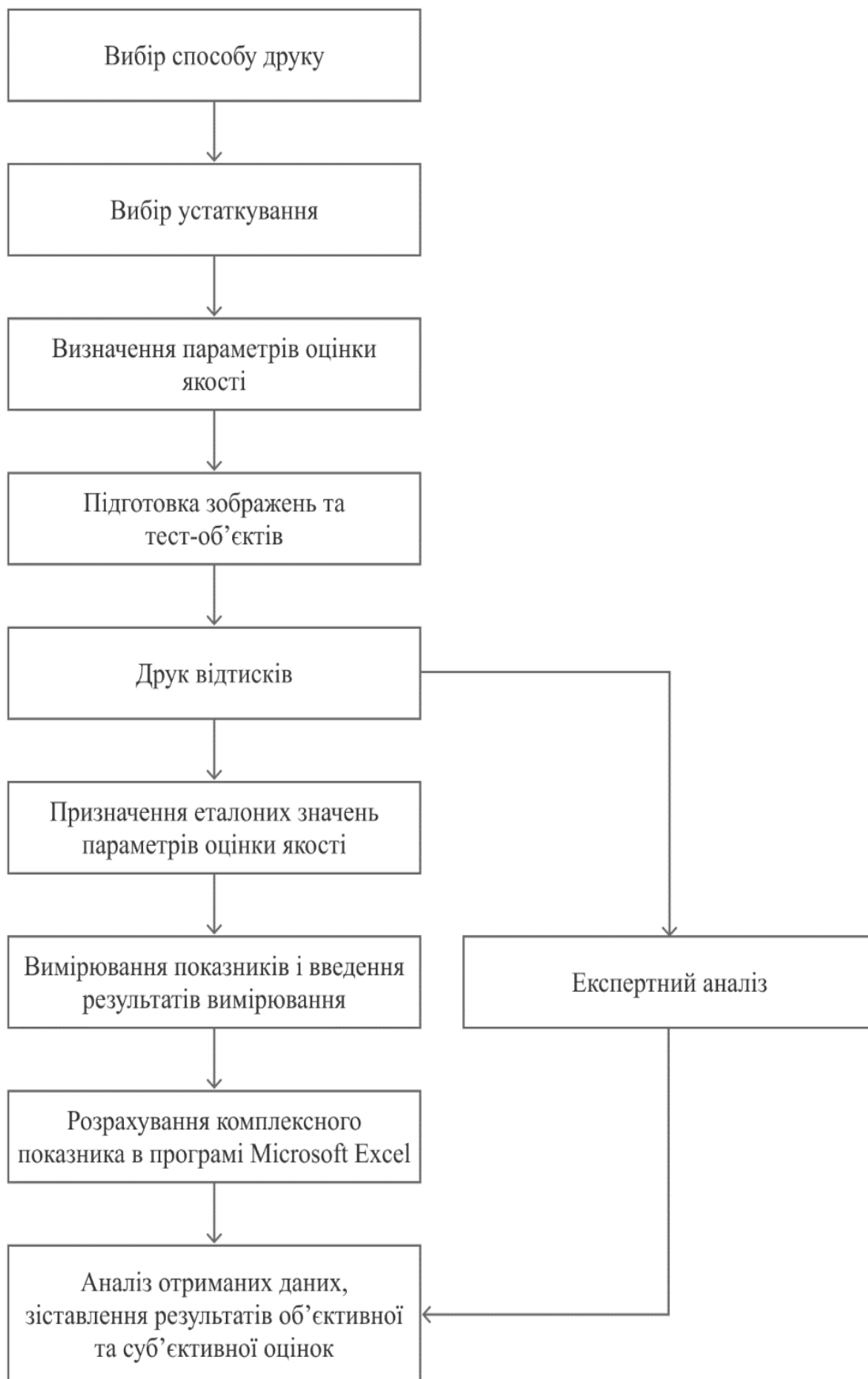


Рисунок 3.6 – Комплексна оцінки якості широкоформатного друку на тканині

3.4 Критерії оцінки якості широкоформатного друку

Зовнішня та інтер'єрна реклама користується величезною популярністю. Вона досить ефективна і дохідлива, оскільки барвисті, великі банери та плакати видно здалеку, а грамотне використання підсвічування дає можливість продовжити час їх роботи на темний час доби. При виробництві плакатів і банерів активно використовують можливості цифрового широкоформатного друку.

Основні переваги та особливості цифрового друку.

Найважливішою перевагою цифрового друку є його оперативність у порівнянні з іншими видами поліграфії. Серед інших привабливих особливостей технології фахівці також виділяють:

- можливість друку малих тиражів при збереженні рентабельності;
- короткі терміни виконання будь-яких замовлень;
- друк змінних даних;
- можливість використання і редагування користувальницького макета;
- оперативне створення макета і виконання пробного відбитка для попередньої оцінки результату з подальшим внесенням (при необхідності) правок;
- наявність в друкарнях обладнання, що дає можливість друку банерів будь-якого формату;
- простота використання друкарських цифрових машин з мінімумом налаштувань
- доступні ціни.

Всі ці та деякі інші переваги роблять технологію вельми популярною і затребуваною в оперативній поліграфії.

Розглянемо деякі проблеми оцінки якості широкоформатного друку

Широкоформатний цифровий друк в силу своїх численних достоїнств стає з кожним роком все більш популярним способом виробництва зовнішньої реклами. Частково це обумовлено деяким зменшенням тиражів, викликаним кризовими явищами в економіці.

Все більше поліграфічних підприємств набувають і активно використовують цифрове обладнання. Але поки якість результатів оцінюється чисто візуально за принципом «подобається / не подобається», оскільки чітких, офіційно визнаних критеріїв оцінки не існує.

Тому дуже актуальною є проблема комплексної оцінки результату друкування, тобто оцінки об'єктивно, без обліку якихось особистих уподобань.

В дослідженнях, які проведені попередніми дослідниками, сформульовано загальний перелік параметрів оцінки цифрового друку, який включає 11 пунктів [16].

Повний перелік критеріїв оцінки.

1. Загальна рівномірність друку. Готовий продукт не містить погано надрукованих, занадто світлих або темних місць.

2. Чітка передача градацій. На банері повинні добре простежуватися всі переходи.

3. Нормальна оптична щільність зображення. Картинка не повинна виглядати перевантаженою.

4. Відсутність зайвої оптичної щільності фону. Ніщо не повинно перешкоджати сприйняттю основного контенту.

5. Достатня дозвіл друку. Картинка виглядає чіткою, контури не розпливаються.

6. Роздільна здатність. Добре помітні дрібні деталі при розгляді на відстані.

7. Фактура поверхні. Може виконуватися різної, повинна відповідати змісту реклами.

8. Глянець. Повинен бути рівномірним по всій площі рекламного плаката.

9. Колірний обхват. Якісний відбиток містить всі кольори макета.

10. Ступінь адгезії тонера до основи. Фарба не повинна обсипатися і змиватися водою.

11. Реалістичність передачі пам'ятних кольорів.

Для друкування картин на холсті можна не розглядати всі критерії для оцінки якості, тому що дана продукція має свої специфічні риси.

Розглянемо основні з них і спробуємо визначити перелік критеріїв, які суттєво впливають на якість репродукцій на холсті.

Для виготовлення репродукцій і портретів відповідного розміру використовується полотно з високою щільністю, так як в цьому випадку роздруковане зображення виглядає природніше і об'ємніше, що як раз і потрібно для картини, особливо великого формату. Художники теж вибирають для творчості бавовняні або лляні полотна, що мають грубу

фактуру, обов'язково піддаючи їх ґрунтовці. Вони добре виглядають на підрамнику в класичній рамі.

При нанесенні фотографій краще вибирати полотна меншої щільності, що мають більш гладку поверхню. Це дозволяє краще передати насичені відтінки фотографій та їх повноту.

Синтетичне полотно добре підходить для виготовлення фотографій будь-якого розміру, в тому числі з високою роздільною здатністю, а також плакатів та іншої рекламної продукції, яку планується використовувати не тільки у приміщеннях, але й в більш складних умовах. Такий матеріал має гарну стійкість до впливу вологи і він може використовуватись в вітринах та інших складних умовах [15].

Після аналізу особливостей друку на холсті, пункти 5 та 10 були виключені з розгляду, тому що друкування виконується якісними принтерами з високою роздільною здатністю, що забезпечує і достатній дозвіл друку, і добру адгезію. Пункти 4, 7 та 8 також не будуть розглядатись, тому що друкування здійснюється на матеріалах з різним фоном і різною поверхнею. Тому глянець, як і фактурність не завжди необхідні. Також неможливо вказати мінімальну оптичну щільність фону в тих випадках, коли буде використовуватись не білий фон. Основні оптичні характеристики фону та зображення будуть контролюватись іншими параметрами.

Кінцеве уточнення показників якості друкування картин на холсті було здійснено за допомогою експертного опитування.

На першому етапі обрано така номенклатура показників:

- контраст;
- кольорове охоплення;
- відхилення за кольорами;
- рівномірність друку;
- лінійність друку (передача градацій).

3.5 Розробка тестового зображення для оцінки якості широкоформатного друку на полотні

Тестова полоса була розроблена на підставі аналізу різних тестових зображень, які рекомендовані в літературі та використовуються на

виробництві для тестування процесу цифрового. Аналіз тест-об'єктів, які включені в розглянуті тестові смуги, дозволив вибрати необхідні елементи тестових об'єктів для контролю показників оцінки якості широкоформатного друку на полотні.

Всі векторні елементи створюються у векторному Adobe Illustrator, растрові – в растровому редакторі Adobe Photoshop. Це дозволяє забезпечити їх високу якість. Вихідний файл зберігається у форматі TIFF.

Формат тестової смуги – 500x1000 мм із врахуванням розмірів тестових елементів, а також принтерів, які ми розглядаємо (Gongzheng ThunderJet C1601S та Gongzheng GZM3200UV). Вони мають максимальну ширину 1600 мм та 3200 мм відповідно.

Тест-об'єкти доцільно розділити на дві категорії з метою проведення як суб'єктивного, так і об'єктивного аналізу якості широкоформатного друку на полотні. Якщо дослідження проведено правильно, результати цих двох оцінок повинні збігатися. Тобто серед досліджуваних відбитків експерти повинні визначити найкращим той, у якого загальна кількісна оцінка найвища. Можливі невеликі розходження.

Таким чином, тестова смуга повинна включати тест-об'єкти, необхідні для кількісної оцінки показників якості (контраст, кольорове охоплення, відхилення за кольорами, рівномірність та лінійність друку) та елементи для візуальної оцінки споживачем (додатково зображення для оцінювання якості відтворення пам'ятних кольорів та баланс по сірому).

Розглянемо ці елементи більш докладно.

3.5.1 Тест-об'єкти для дослідження градаційних характеристик

Для досліджування градаційної точності розроблена градаційна шкала для основних та додаткових кольорів, які мають поля з різними відносними розмірами растрової крапки: від 0 до 100 % (рис. 3.7).

Поступову передачу доцільно контролювати по градаційній шкалі, розділеної на 20 полів від 5% до 100%, з кроком 5%. Для візуального контролю лінійності градієнту були використані 7 прикладів градієнту в кольорах CMYK і RGB, та тестові зображення (рис. 3.8).

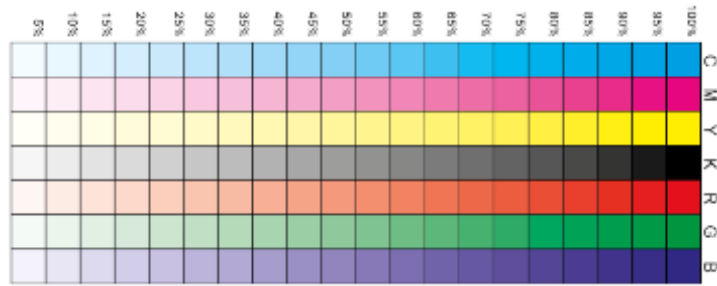


Рисунок 3.7 – Тест-об'єкт для визначення показника «Градаційна передача»



Рисунок 3.8 – Тест-об'єкт для визначення показника «Лінійність градієнту»

3.5.2 Тест-об'єкти для дослідження відтворення кольорів

Для оцінки колірної охопту буде використана спеціальна шкала для побудови колірної профілю TC2.83 RGB i1 (рис. 3.9).

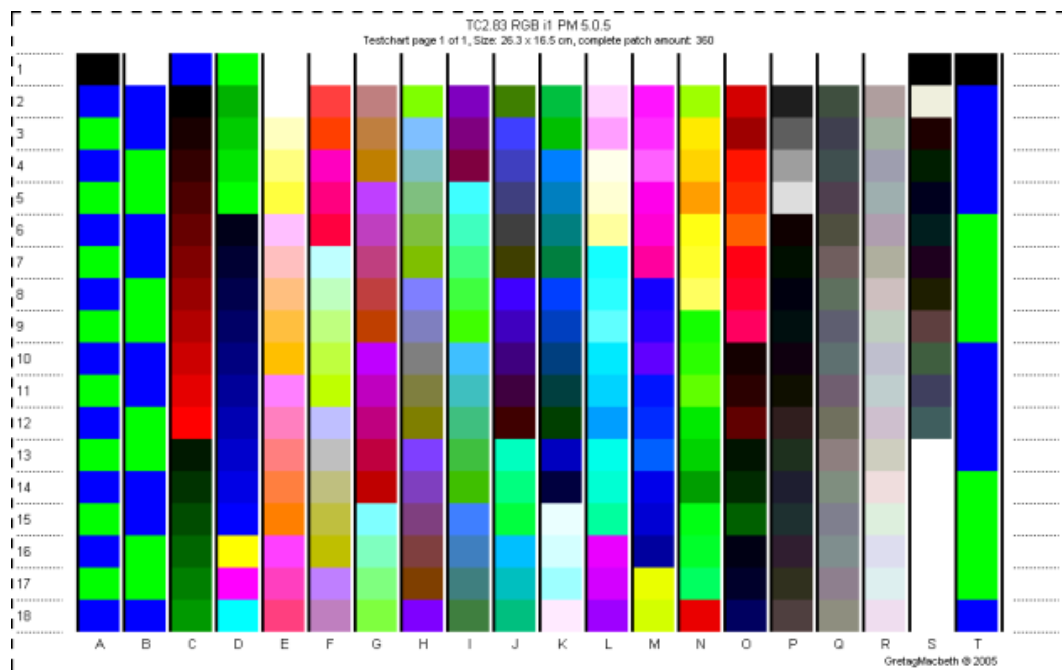


Рисунок 3.9 – Шкала для побудови колірної профілю

Вимірювання проводяться за допомогою спектрофотометра.

Ще один показник який не включається в розрахунок комплексного показника, але він необхідний для контролю якості друкарського процесу -

баланс по сірому. Це нормоване співвідношення розмірів растрових елементів, що дозволяє отримати під час друку нейтрально-сірий тон з тріадних друкарських фарб при нормалізованому процесі друкування (рис. 3.10). Він дає уявлення про узгодженість кольорів основних тріадних фарб та допоміжних кольорів (їх накладань) у світах, напівтонах та тінях, тобто збалансованість зображення за ахроматичною складовою.













K75			C75 M66 Y66	K70			C66 M56 Y56
K50			C50 M40 Y40	K50			C45 M36 Y36
K25			C25 M19 Y19	K30			C27 M19 Y20

Рисунок 3.10 – Тест-об'єкт для визначення показника «Баланс по сірому»

Оцінка відтворення пам'ятних кольорів, як і баланс по сірому не входить в розрахунок, але цей показний дуже важливий для відтворення кольорів на картинах та фоторепродукціях, тому було підібрано оптимальний комплект зображень, які дозволять оцінити цей показник групі експертів під час суб'єктивного оцінювання якості друку (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 – Зображення для оцінки пам'ятних кольорів.

3.5.3 Тест-об'єкти для оцінювання рівномірності та контрасту друку

Тест-об'єкт для визначення рівномірності друку є запечатаний чорним тонером прямокутник, розташований як по довжині, так і по ширині відбитка. Для зручності вимірювання розділимо даний прямокутник по всій довжині на квадрати зі стороною 10 мм. Для горизонтального напрямку (по 20 значенням оптичної щільності плашки), а вертикального (13 значень). Зовнішній вигляд цього елемента наведено в додатку А.

Контраст визначається як різниця між максимальною та мінімальною оптичними щільностями зображення. Тому для обчислення контрасту необхідні шкали для контролю світлих та темних відтінків з максимальними і мінімальними значеннями оптичної щільності. Це градаційні шкали кольорів від 1 до 10% та від 91 до 100% (рис. 3.12).

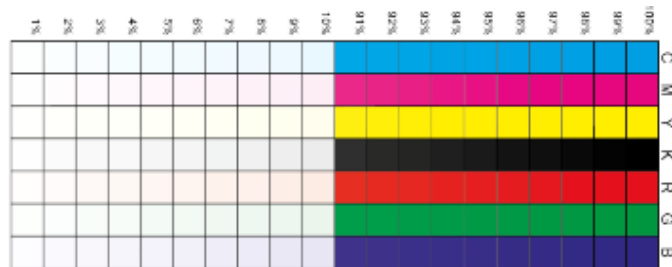


Рисунок 3.12 – Шкали для контролю оптичної щільності та контрасту

Розроблена тестова смуга з контрольними елементами роздруковується на обраних широкоформатних принтерах (Gongzheng ThunderJet C1601S, Gongzheng GZM3200UV), які пройшли попереднє калібрування.

Вимоги до експериментального широкоформатного друку на холсті:

- зображення передається в форматі TIFF для збереження максимальної кольорової інформації;
- друкування здійснюється у виробничих умовах на матеріалах, які використовуються для виготовлення картин;
- формат відбитка – до 1600 мм шириною;
- обов'язково дотримання масштабу друку.

Зразки тест-об'єктів, отримані на досліджуваних принтерах, представлені в додатку А.

3.6 Оцінювання показників якості друку на полотні

Для оцінювання якості широкоформатного друку було вирішено застосувати комплексний метод, який дозволяє виділити найбільш значущі одиничні показники. Для визначення коефіцієнтів вагомості цих одиничних показників використовується експертний метод, що ґрунтується на опитуванні працівників поліграфічних підприємств, які є професіоналами в галузі додрукарської підготовки та друку.

Після попереднього аналізу були виділені найбільш значущі показники, які впливають на якість широкоформатного друку на полотні. Кінцеве уточнення цих показників якості було здійснено за допомогою експертного опитування.

3.6.1 Вибір членів експертної групи

Основне завдання під час виборів членів експертної групи полягає у залученні фахівців галузі, здатних максимально точно вирішити поставлене завдання. Для нашого дослідження за допомогою експертного опитування необхідно уточнити номенклатуру показників якості широкоформатного друку, а також визначити значення коефіцієнтів вагомості цих показників окремо для друкування картин і фоторепродукцій.

Проблема підбору експертів є однією з найскладніших у теорії експертних оцінок, оскільки необхідна наявність знань як теоретичних, так і практичних у досліджуваній предметній області. Кількість експертів у комісії впливає на точність та надійність її результатів. Переважно кількість експертів приймають 7 (рідше – 11 або 13). З урахуванням перелічених завдань та відповідно до рекомендацій було визначено сім експертів з досліджуваних підприємств (РА – рекламне агентство, ПП – поліграфічне підприємство):

- дизайнер 1 (РА);
- дизайнер 2 (ПП);
- художник 1 (РА);
- художник 2 (ПП);
- технолог (ПП);
- препрес-інженер (РА);
- начальник відділу реклами (РА).

Основними критеріями при виборі експертів є:

- формальні показники (посада, стаж роботи у галузі та ін.);
- успішність участі в попередніх експертизах (чітке розуміння поставлених завдань, адекватна оцінка тощо);
- знайомство експерта з іншими членами групи (довіра до результатів інших експертів, особиста відповідальність перед іншими учасниками).

Обрана група експертів ствердила номенклатуру показників для оцінки якості широкоформатного друку, визначених на попередньому етапі, а саме:

- контраст;
- кольорове охоплення;
- відхилення за кольорами;
- рівномірність друку;
- лінійність друку (передача градацій).

Кожен з цих показників повинен мати граничне значення, перехід якого говорить про брак.

Еталонні (базові) та граничні значення цих параметрів були визначені, виходячи з вимог нормативної документації та практичних рекомендацій [17]. Базові значення даних параметрів наведено в таблиці 3.3. Їх визначення описано нижче.

Таблиця 3.3 – Базові та граничні значення одиничних показників

№ п/п	Показник якості широкоформатного друку на полотні	Значення базового показника (еталону)	Граничне значення показника	
			мінімум	максимум
1.	Контраст	45	35	–
2.	Кольорове охоплення	16107	9750	–
3.	Відхилення за кольорами, ΔE (середнє)	1,8	–	3
4.	Рівномірність друку	0,017	–	0,024
5.	Лінійність друку	71	50	–

3.6.2 Визначення базових та граничних значень показників якості друку

3.6.2.1 Контраст друку

Для аналізу контрасту друкування на обраних матеріалах будемо використовувати показник відносного контрасту, тому що саме він забезпечує баланс між максимальною оптичною щільністю на плашках та мінімальним збільшенням растрових елементів на зображенні. Об'єктивний метод знаходження даного балансу полягає у застосуванні формули Ширмера – Ренцера [18]:

$$K = \frac{D_p - D_r}{D_p}, \quad (3.1)$$

де K – відносний контраст друку;

D_p – оптична щільність плашки (100%);

D_r – оптична щільність растрового поля.

При визначенні відносного контраста друку вимірюється відносна площа растрового поля 80%, оскільки це поле розташовується на крайній межі «сірого», де заходиться більшість півтонів.

Нижче наведені значення відносного контраста друку для різних матеріалів, визначених експериментально та рекомендованих у нормативних документах:

- звичайний папір – 23-25;
- каландрований папір для офсетного друку – 33-35;
- крейдований папір для офсетного друку – 40-45;
- папір типу «cast-coated» – 45-50;
- просвітний папір для широкоформатного друку – 45-50;
- банерна тканина – 40-45.
- плівка – 35-40.

За еталонне значення візьмемо значення контрасту для банерної тканини. Дослідження проводились як екосольвентними, так і УФ-чорнилами. За граничне значення прийнято контраст каландрованого паперу для офсетного друку.

3.6.2.2 Кольорове охоплення

Цей показник дозволяє оцінити максимальну кількість кольорів, які здатні відтворити плотери на обраних матеріалах (охоплення кольорів друку).

У процесі субтрактивного синтезу (друк фарбами та тонером) колірне охоплення набуває форми шестикутника. Вершинами шестикутника є точки, відповідні фарбам синтезу (блакитний, пурпурний, жовтий) і кольорам їх попарних накладень (синій, зелений, червоний). Кольори, які увійдуть в область на кольоровому графіку, обмеженому отриманим шестикутником, будуть визначати колірне охоплення цього процесу – сольвентний та УФ-друк. Чим більша площа кольорового охоплення, тим більше кольорів можна відтворювати [21].

Для порівняння колірних охоплень були виміряні Lab координати основних та допоміжних кольорів за допомогою спектрофотометра. На основі

відповідних шкал були побудовані профілі плотерів для кожного з матеріалів. Надається можливість візуально порівняти колірні охоплення плотерів під час їх візуального оцінювання експертами.

За допомогою інструмента Gamut View програми GretagMunsell Eye-One Share на монітор було виведено об'ємну візуалізацію отриманих профілів і зроблено їх порівняння.

Приклад об'ємної візуалізації тіла кольорового охоплення сольвентного для синтетичного матеріалу наведено на рисунку 3.13, а. Порівняння його з УФ-принтером для також матеріалу представлено на рисунку 3.13, б.

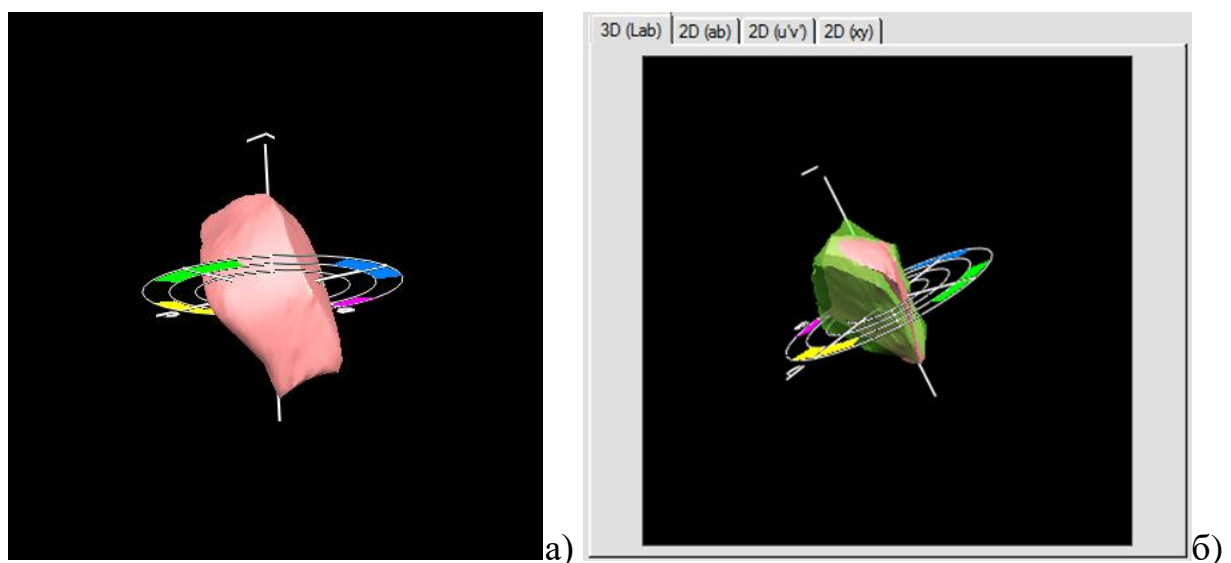


Рисунок 3.13 – Порівняння колірних охоплень УФ-принтера та сольвентного принтера для синтетичного матеріалу

Проекції тіла кольорового охоплення на осі ab для всіх досліджуваних надають можливість візуально порівняти колірні охоплення принтерів.

Розрахуємо кольорові охоплення всіх принтерів для всіх матеріалів. Для цього розрахуємо площу проекції колірного охоплення на площину ab . Зауважимо, що всі отримані результати доцільно звести в одній колориметричній системі CIE Lab.

Прийmemo, що площа проекції охоплення кольорів в рівноконтрастній системі CIE Lab на площину $a*b*$ пропорційна колірному охопленню. Площа цієї проекції може бути розрахована за допомогою простої формули, яка полегшить обчислення. Кількісна оцінка колірного охоплення дозволяє порівняти зображення один з одним і може бути результатом експерименту.

Площа цієї проекції може бути розрахована за допомогою формули Герона (3.2) [19]:

$$S_{\text{тр}} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \quad (3.2)$$

де a, b, c – вершини трикутника;

p – величина напівпериметра трикутника.

Площу шестикутника обчислимо як суму площ чотирьох трикутників:

$$S = \sum_{i=1}^4 S_{\text{тр } i}. \quad (3.3)$$

Для розрахунку площі проекцій колірних охоплення S для відбитків, отриманих на різних матеріалах, потрібно мати колірні координати, які отримали шляхом вимірювання в системі Lab.

Візуальне представлення колірних охоплення відповідно для синтетичного та натурального холстів наведено в додатку Б.

Для дослідження колірних охоплення сольвентного та УФ-друку розраховані площі проекцій колірних охоплення для всіх відбитків на синтетичному полотні (табл. 3.6) та натуральному холсті (табл. 3.7).

Розрахуємо площу проекції охоплення кольорів також і для еталонного зразка (табл. 3.8), колірні координати якого отримаємо шляхом вимірювання Lab-координат вихідного файлу нашого тестового зображення у програмі Adobe PhotoShop. Колірне охоплення еталона наведено на рисунку 3.14. за розрахунком його значення.

Таблиця 3.6 – Значення колірних охоплення для синтетичного холста

Фарба/Вид друку	Gongzheng GZM3200UV (ультрафіолет)			Gongzheng ThunderJet C1601S (сольвент)		
	L	a	b	L	a	b
Cyan	51,4	-35,3	-49,5	51,9	-32,6	-42,6
Magenta	53,1	71,2	6	54,9	63,7	-4,0
Yellow	86,8	-6,8	88,5	87,9	-8,5	69,2
Black	19,7	1,3	3,6	35,3	1,7	5,3
Red	52,6	64,9	55,8	52,6	59,3	38,1
Green	46,4	-71,1	22,2	48,1	-66	15,1
Blue	22,8	21,1	-41,2	27,4	13,4	-43,1
Площа колірних охоплення	12 855,00			9 751,03		

Таблиця 3.7 – Значення колірної охоплення для натурального холста

Фарба/Вид друку	Gongzheng GZM3200UV (ультрафіолет)			Gongzheng ThunderJet C1601S (солювент)		
	L	a	b	L	a	b
Циан	52,8	-33,7	-51,4	54,8	-36,6	-52,7
Magenta	45,6	60,7	6,2	51,8	74,6	-5,6
Yellow	86,4	-6,9	87	89,3	-9,2	77
Black	22,4	1,3	3,1	22,1	2	5,2
Red	53,4	65,6	56,2	50,3	64,4	45,6
Green	46,5	-67,5	21,6	51,1	-78,1	17,2
Blue	23,1	20,8	-40,7	19,1	18,7	-46,2
Площа колірної охоплення	12 030,32			11686,65		

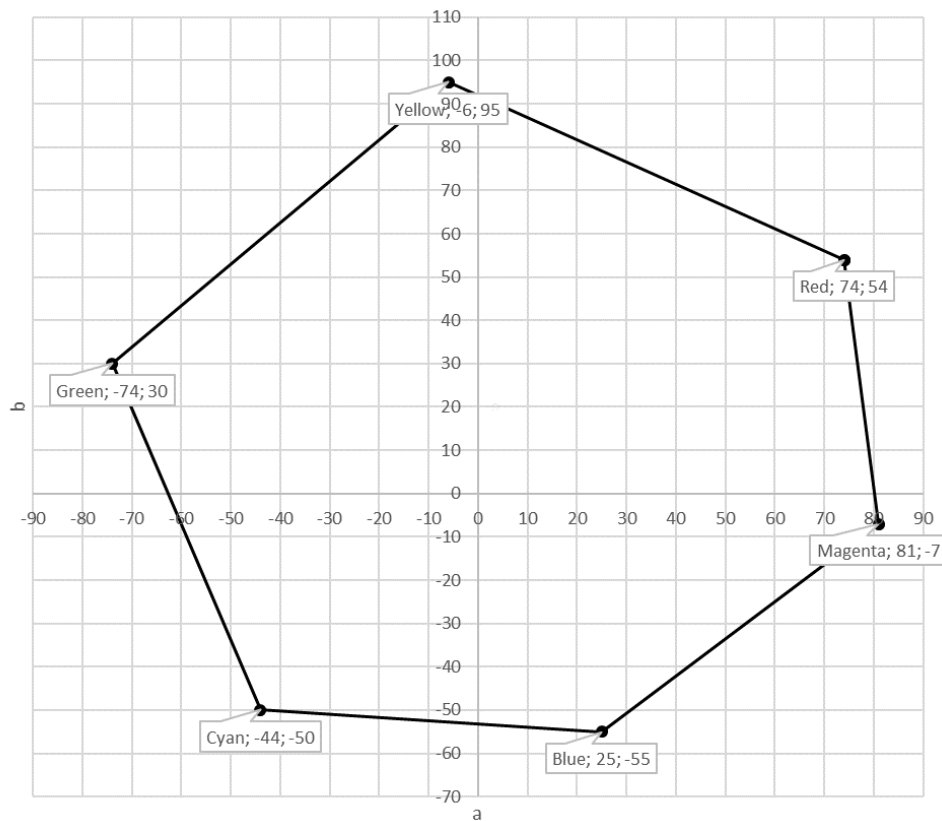


Рисунок 3.14 – Колірне охоплення еталону

Таблиця 3.8 – Lab-координати еталонного зразка

Колір	L	a*	b*
Циан	62	-44	-50
Magenta	52	81	-7
Yellow	95	-6	96
Black	12	2	0
Red	52	74	54
Green	57	-74	30
Blue	25	25	-55

Результати розрахунку площ проєкцій колірного охоплення на площину $a*b^*$ наведено у зведеній таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Площі проєкцій колірного охоплення

Колірне охоплення S			
Еталон		16107	
УФ-принтер		Сольвентний принтер	
Синтетичний холст Канва Матисс	13 543	Синтетичний холст Канва Матисс	13 105
Натуральний холст Канва Миро	14 239	Натуральний холст Канва Миро	15 401

В ході даного експерименту було встановлено, що колірні охоплення широкоформатних плотерів більше залежать від технології друку, і в меншій мірі від матеріалу. Колірне охоплення ультрафіолетового принтера Gongzheng GZM3200UV набагато ширше, ніж у сольвентного Gongzheng ThunderJet C1601S.

Проведений аналіз показує, що надруковані відбитки на холсті мають розширене колірне охоплення, тобто більший динамічний діапазон. Це дозволяє друкувати з фотореалістичною якістю, а також відтворювати яскраві та насичені блакитні, зелені, рожеві та пурпурні відтінки. Це також покращує відтворення тілесних тонів. Що дозволяє друкувати будь-які картини на холсті і задовольняти будь-якого замовника.

Насичені і яскраві кольори не блякнуть під час друку. Особливо це помітно для УФ-чорнил, що підтверджується і візуальною оцінкою.

3.6.2.3 Відхилення за кольорами

Це властивість системи відтворювати кольори, ступінь відповідності яких на оригіналі та відбитку пропонується оцінювати за показником різниці кольору ΔE . У просторі CIE Lab різниця між кольорами оцінюється за допомогою Евклідової відстані (3.4):

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (L_1 - L_2)^2} = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2} . \quad (3.4)$$

За еталонне значення найчастіше приймають 3 одиниці.

Розрахунок середнього значення для кожного зразка здійснюється за шкалою UGRA/FOGRA та наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Колірне розходження

ΔE		3	
УФ-принтер		Сольвентний принтер	
Синтетичний холст Канва Матисс	1,88	Синтетичний холст Канва Матисс	2,6
Натуральний холст Канва Миро	2,08	Натуральний холст Канва Миро	2,73

Дослідження підтверджують можливість використання цих принтерів для якісного друкування як картин, так і фоторепродукцій (УФ-принтера). Причому синтетичний матеріал має кращі характеристики.

3.6.2.4 Рівномірність друку

Даний показник дозволяє оцінити рівномірність задрукування плашки, що особливо важливо під час друку зображень з великими суцільними ділянками. Цей параметр слід контролювати, що підтверджують багато дослідників якості друку. В роботі [19] пропонується оцінювати рівномірність друку за значенням середньо квадратичного відхилення (3.5):

$$M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{\text{ср}})^2}{n-1}}, \quad (3.5)$$

де M – показник макронеоднорідності друку;

$D_i, D_{\text{ср}}$ - значення оптичної щільності i -го поля плашки та середнє значення оптичної щільності по всій довжині плашки;

n – кількість полів плашки.

З наведеної формули видно, що тест-об'єкт для визначення рівномірності друку є чорні прямокутники, розташовані як по довжині, так і по ширині відбитка. Якщо вважати, що в ідеальному випадку плашка повинна бути рівномірною по всій довжині та ширині друку, то для розрахунку еталонного значення даного показника приймемо різницю оптичних щільностей нерозрізнених для ока на рівні $0,05D$. Отже, за формулою 3.2 еталонне значення становитиме $M=0,024$ [19].

Показник «Рівномірність друку» розраховується як середня арифметична макронеоднорідність друку в горизонтальному та

вертикальному напрямках. Значення макронеоднорідності відповідає середньоквадратичному відхиленню.

Значення оптичних щільностей задрукованих полів були виміряні у двох напрямках. Показники макронеоднорідності друку досліджуваних принтерів було зведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Показник рівномірності друку

УФ-принтер		Сольвентний принтер		Еталон
Синтетичний холст Канва Матисс	Натуральний холст Канва Миро	Синтетичний холст Канва Матисс	Натуральний холст Канва Миро	
0,016	0,019	0,021	0,023	0,024

Найкращий результат у цьому експерименті було отримано на синтетичному холсті Канва Матисс, роздрукованому на УФ-принтері. Загалом результати перевищили всі очікування.

Даний результат свідчить про те, що сучасний широкоформатний друк, вже не містить дефекту нерівномірності друку, як раніше. Причому ці принтери друкують якісно на будь-якому матеріалі, як синтетичному, так і натуральному з різною фактурою. Ці результати можна рекомендувати замовнику, який сумнівається, що отримає якісне зображення на холсті.

3.6.2.5 Градаційна передача

Це один із найважливіших показників якості друку. Дану властивість можна оцінити за кількістю напівтонів, що передаються. Використовуємо шкалу із різними відносними розмірами растрової точки: від 0 до 100%.

Для визначення використовуємо метод, що ґрунтується на підрахунку порогів світловідмінності в кожній області та враховує особливості тонопередачі на різних ділянках градаційної кривої (світлах, півтонах та тінях). Це градаційна (тональна) характеристика чорно-білого або кольорового зображення на відбитку, яка є різницею в світлоті (насиченості кольору) його найбільш світлих і темних ділянок [20]. Показник градаційної передачі:

$$n = \sum_{0,02}^{0,3} \Delta D_1 + \sum_{0,3}^{1,1} \Delta D_2 + \sum_{1,1}^{2,0} \Delta D_3 , \quad (3.6)$$

де ΔD – число переходів оптичної щільності, виражене в значення порогової чутливості ока для ахроматичних зображень і в колірних відмінностях при дотриманні балансу «сірого» для кольорових зображень.

Для чорного кольору значення порогової чутливості відповідає середньому значенню, визначеному по Лаурі [25]: $\Delta D_1 = 0,01$, $\Delta D_2 = 0,02$ та $\Delta D_3 = 0,31$.

Ідеальна градаційна передача є графіком вигляді прямої лінії, отже, розрахувати еталонне значення можна за (3.4):

$$n = \frac{(0,3 - 0,02)}{0,01} + \frac{(1,1 - 0,3)}{0,02} + \frac{(2,0 - 1,1)}{0,3} = 71, \quad (3.7)$$

Лінійність друку також оцінюється візуально. Якщо градієнтні заливки можна вважати практично бездоганними: колірні переходи в цілому плавними, помітна ступінчастість майже відсутня – градієнтну передачу можна вважати відмінною.

Значення вимірної оптичної щільності та розрахунок лінійності наведено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Вимірювання оптичної щільності та розрахунок лінійності

Матеріал	Технологія друку	Dфон	D _{25%}	D _{75%}	D _{100%}	n
Холст натуральний	УФ	0,1	0,32	1,01	1,72	59
Холст синтетичний	УФ	0,02	0,45	1,15	1,98	81
Холст натуральний	Екосольвент	0,1	0,27	0,98	1,58	55
Холст синтетичний	Екосольвент	0,02	0,41	1,03	1,60	72

Для оцінки градаційних властивостей зображень, отриманих на широкоформатних принтерах, необхідно виміряти значення оптичної щільності контрольних шкал з різними відносними розмірами растрової крапки: від 0 до 100 %. Для найбільш повного уявлення лінійності друку досліджуваних принтерів шкали розроблені для основних та допоміжних кольорів. Вимірювання здійснюється для кожного типу матеріалу (синтетичні

та натуральні холсти і для кожного тестованого пристрою. У додатку представлені значення оптичної щільності, відносної площі растрових елементів та графіки градаційних кривих. Як видно з вимірювань градаційних кривих, побудованих за результатами експерименту, оптична щільність зображення залежить від типу принтера. Менші значення оптичної щільності спостерігаються на сольвентному принтері Gongzheng ThunderJet C1601S.

На відміну від екосольвентних чорнил, ультрафіолетові чорнила не висихають і не випаровуються самі по собі, а тільки під впливом ультрафіолетового світла. Тому виходить дуже яскраве зображення з насиченими кольорами та яскравою фактурою (нібито об'ємне зображення, як намальоване справжніми фарбами). Для ультрафіолетового друку не потрібна спеціальна підготовка носіїв, що істотно заощаджує кошти. Закріплення відбувається дуже швидко, при цьому виходить дуже стійке зображення з фотографічною якістю, яке можна використовувати для будь-яких картин на полотні.

3.7 Розрахунок комплексних показників якості відбитків для широкоформатного друку

Формула розрахунку комплексного показника наступна:

$$Q = \frac{K}{45} + \frac{S}{16107} + \frac{3}{\Delta E} + \frac{0,024}{M} + \frac{71}{n}, \quad (3.8)$$

де Q – комплексний показник якості широкоформатного друку,

K – показник контрасту;

n – показник градаційної передачі (лінійності),

ΔE – значення різниці кольорів,

S – значення площі колірного охоплення,

M – показник рівномірності друку .

Для порівняння якості отриманих відбитків на різних матеріалах використовується комплексний показник, який розраховується для кожного експериментального зразка. В таблицю 3.13 зведені значення всіх показників для кожного експериментального зразка. Отримані результати розрахунку комплексного показника для широкоформатного друку на різних видах тканин та їх ранжування наведено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.13 – Показники експериментальних зразків за якістю друку

Полотно	Технологія друку	Показники				
		Контраст	Кольорове охоплення	Різниця кольорів	Рівномірність друку	Лінійність
натуральне	УФ	41,00	14 239	2,08	0,019	59
синтетичне	УФ	42,00	13 543	1,88	0,016	81
натуральне	Сольвент	38,00	15 401	2,73	0,023	55
синтетичне	Сольвент	36,00	13 105	2,6	0,021	72

Таблиця 3.14 – Ранжування експериментальних зразків за якістю друку

Експериментальний зразок	Комплексний показник якості	Ранг
УФ друк на синтетичному холсті	0,575	1
УФ друк на натуральному холсті	0,570	2
Екосольвентний друк на синтетичному холсті	0,523	3
Екосольвентний друк на натуральному холсті	0,490	4

Комплексна оцінка якості друку пов'язує візуальну оцінку, інструментальну оцінку та фізичні показники якості відбитка, отриманих за допомогою УФ-друку та сольвентного друку.

3.8 Експертне оцінювання якості друку

Експертні оцінки не використовуються для обчислення комплексного показнику, але вони потрібні для подальшого порівняння з результатами обчислень. Для візуальної оцінки роздрукованих зображень було проведено експертне опитування тієї ж групи експертів, які визначали вагові коефіцієнти для об'єктивної оцінки показників якості широкоформатного друку на холсті.

Зважаючи на професійність експертів, перевага віддана методу рангу. Для кожного з експертів ставилася задача пронумерувати відбитки від 1 до 6, де 1 – найгірша якість, 6 – найкраща. За допомогою простого порівняння якості відтворення тестових зображень, кожен з експертів може швидко відсортувати за якістю відбитки. При цьому експерти оцінюють як об'єктивні показники (наприклад, градаційні характеристики, рівномірність друку), так і суб'єктивні показники якості друку (відтворення пам'ятних кольорів, глянець та фактура поверхні тощо). Оцінювання експертів наведено в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Оцінювання експертів

Експериментальний зразок	Експерт							Сума балів	Ранг
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7		
УФ друк на синтетичному холсті	6	5	6	5	6	6	6	28	1
УФ друк на натуральному холсті	3	4	3	4	4	4	4	18	2
Сольвентний друк на синтетичному холсті	1	2	2	2	1	1	1	8	3
Сольвентний друк на натуральному холсті	2	1	1	1	2	2	2	7	4

У процесі відбору експертів значну увагу приділяють узгодженості їх рішень, що характеризується зміщеною або незміщеною оцінкою дисперсії відліку результатів. Для цього при формуванні експертної групи (комісії) проводять контрольні вимірювання з подальшою обробкою їх результатів.

Міру узгодження рішень групи експертів оцінюють за допомогою коефіцієнта конкордації, який визначається за формулою [22]:

$$K_w = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}, \quad (3.7)$$

де S – сума квадратів відхилень суми рангів кожного об'єкта експертизи від середнього арифметичного рангів;

r – кількість експертів;

n – кількість об'єктів експертизи.

Коефіцієнт конкордації може мати значення від нуля до одиниці (для повного узгодження). При $K_w = 1$ – повна узгодженість, при $K_w = 0$ – узгодженість відсутня, при $K_w > 0,70$ – добра.

Для підтвердження узгодженості цього експертного дослідження також розраховано коефіцієнт конкордації за (3.7):

$$K_w = \frac{12 \cdot 401,5}{5^2(6^3 - 6)} = 0,9.$$

Коефіцієнт $K_w = 0,9$ - це високий ступень узгодженості думок експертів. Під час порівняння результатів експертної оцінки з комплексним показником ми бачимо повне узгодження ранжування оцінюваних відбитків.

4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Експериментальні дослідження проводились в умовах діючих поліграфічних підприємств, які мають екосольвентні та УФ-плотери і спеціалізуються на виготовленні широкоформатної продукції. Матеріали були обрані з асортименту цих виробництв, як найбільш доступні за якістю і ціною. Це дозволило виявити провести всебічне дослідження як властивостей цих матеріалів (їх переваги та недоліки), так і особливості широкоформатного друку на цих матеріалах та надати необхідні рекомендації щодо покращання процесу широкоформатного друку для підприємств.

Обидва підприємства займаються друкуванням картин, тобто виконують друк на холсті. І мають великий попит на цей вид поліграфічних послуг. Для полегшення вибору матеріалів і технологій друкування під час замовлення споживачем була розроблена методика вибору найбільш оптимального сполучення матеріал – вид друку. Ця методика базується на ранжуванні матеріалів за узагальненим показником якості відповідно до вимог друку. Від того, що бажає отримати замовник – картину на полотні чи фоторепродукцію.

Отримані результати однозначно підтверджують якість всіх технологій на всіх матеріалах. Дослідження матеріалів, проведені в роботі, підтверджують екологічність як екосольвентного друку, так і УФ-друку, що дає можливість їх використання не тільки для зовнішніх робіт, але й навіть для виготовлення тканинних полотен для оформлення кімнат. Теж саме можна сказати і про властивості матеріалу – і синтетичне, і натуральне полотно повністю відповідають всім вимогам якості як для внутрішнього застосування, так і для зовнішньої реклами, яку можуть друкувати на холсті.

Для полегшення вибору замовнику пропонується алгоритм вибору, де він може вказати який з параметрів його більш за все цікавить – реалістичне зображення, фактурність, ціна і йому буде підібрано оптимальний варіант.

Це дає змогу стверджувати, що комплексну оцінку якості широкоформатного друку на полотні для досліджуваних матеріалів (синтетичного та натурального полотна) як за сольвентними та УФ-чорнилами можна рекомендувати для практичного використання на підприємствах, які займаються широкоформатним друком.

Результати дослідження можна пропонувати замовникам під час узгодження вибору матеріалу для друкування картин чи фотографій на полотні, або іншої поліграфічної продукції на цих матеріалах.

Комплексний підхід до оцінювання якості дасть можливість уникнути суперечок і розбіжностей як під час технологічного процесу виготовлення поліграфічної продукції, так і під час спілкування із замовниками.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У даному розділі кваліфікаційної роботи проведений економічний розрахунок на НДР [26]. Після аналізу методик та розробки критеріїв якості дуже важливо правильно з'ясувати які витрати входять до собівартості НДР. Собівартість дослідження технології включає в себе витрати за такими статтями калькуляції:

- заробітна плата виконавців НДР;
- страхові нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок);
- вартість використаних матеріальних ресурсів;
- витрати на електроенергію;
- вартість використання основних засобів;
- оплата послуг зв'язку;
- витрати на технічне обслуговування і ремонт;
- адміністративні витрати [27].

5.1 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Заробітна плата складає найбільшу частину витрат дослідницької роботи. Для її розрахунку необхідно визначити виконавців та час виконання НДР (науково-дослідна робота). Для виконання всього дослідження необхідна група спеціалістів, що складається з восьми осіб:

- менеджер проекту;
- оператор широкоформатного друку;
- дизайнер (розробник методу обробки);
- група з п'яти експертів для оцінки пам'ятних кольорів.

Визначено календарний період виконання кожного етапу. Загальні часові витрати на дослідження технології складають 22 дні, що становить 1 місяць з урахуванням 5 робочих днів на тиждень. Результати за кожним етапом зведено в таблицю 5.1.

Оскільки форма заробітної плати виконавців є погодинною (визначається за встановленою тарифної ставки або окладу за фактично відпрацьований робочий час), вона визначається за формулою:

$$ЗП = ЗП_{д} \times ТМ, \quad (5.1)$$

де ЗП – заробітна плата, грн.,

$ЗП_{д}$ – середньоденний заробіток виконавця, грн.

ТМ – трудомісткість по виконанню робіт в етапах проекту, відповідає кількості днів витрачених одним працівником при розробці проекту, люд.-дні.

Таблиця 5.1 – Перелік основних етапів дослідження та оцінка трудомісткості на дослідження технології

№ п/п	Зміст етапу	Трудо-витрати, люд.-днів	Виконавець	
			Посада	Кількість, люд.
1	Аналіз та постановка завдання дослідження	2	Менеджер проекту	1
2	Підбір і вивчення літературних джерел	2	Менеджер проекту	1
			Дизайнер	1
3	Дослідження особливостей технологій широкоформатного друку	3	Менеджер проекту	1
			Дизайнер	1
4	Вивчення вимог діючих нормативних документів та практичних рекомендацій виробників плотерів	2	Менеджер проекту	1
			Дизайнер	1
5	Вибір програмного забезпечення	1	Менеджер проекту	1
			Дизайнер	1
			Оператор	1
6	Розробка тест-об'єкта для визначення якості налаштування принтера та обраних матеріалів	4	Менеджер проекту	1
			Дизайнер	1
7	Експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах	3	Оператор	1
			Менеджер проекту	1
8	Розробка методики комплексної оцінки якості друкування в широкоформатних плотерах	2	Менеджер проекту	1
			Оператор	1
			Дизайнер	1
9	Візуальна оцінка досліджуваних зразків	1/8	Експерти	5
10	Аналіз отриманих результатів	3	Менеджер проекту	1
			Дизайнер	1

Середньоденний заробіток виконавця ($ЗП_{д}$) розраховується:

$$ЗП_{д} = \frac{ЗП_{м}}{22}, \quad (5.2)$$

де $ЗП_{м}$ – місячний оклад,

22 – кількість робочих днів у місяці.

Середньоденний заробіток менеджера проекту за (5.2):

$$ЗП_{д} = \frac{6000}{22} = 272,72 \text{ грн.}$$

Середньоденний заробіток дизайнера за (5.2):

$$ЗП_{д} = \frac{8000}{22} = 363,63 \text{ грн.}$$

Середньоденний заробіток оператора за (5.2):

$$ЗП_{д} = \frac{5000}{22} = 227,27 \text{ грн.}$$

Середньоденний заробіток експерта за (5.2):

$$ЗП_{д} = \frac{8000}{22} = 363,63 \text{ грн.}$$

Виходячи з отриманих значень середньоденної заробітної плати, розраховано заробітну плату усіх виконавців проекту.

Заробітна плата менеджера проекту за (5.1) становить:

$$ЗП = 272,72 \times 22 = 5\,999,84 \text{ грн.}$$

Заробітна плата дизайнера за (5.1) становить:

$$ЗП = 363,63 \times 20 = 7\,272,6 \text{ грн.}$$

Заробітна плата оператора проекту за (5.1) становить:

$$ЗП = 227,27 \times 6 = 1\,363,62 \text{ грн.}$$

Заробітна плата експерта за (5.1) становить:

$$ЗП = 363,63 \times 1/8 = 45,45 \text{ грн.}$$

Дані, отримані в результаті розрахунків, наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок заробітної плати виконавців

№ п/п	Виконавець	Трудовитрати, люд-днів	Місячний оклад спеціаліста, грн.	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сумарна заробітна плата, грн.
1	Менеджер проекту	22	6 000,00	272,72	5 999,84
2	Дизайнер	20	8 000,00	363,63	7 272,6
3	Оператор	6	5 000,00	227,27	1 363,62
4	Експерти (5 спеціалістів)	1/8	8 000,00	363,63	227,26
Разом					14 863,32

Страхові нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок) можна розрахувати за формулою:

$$СВ = 0,22 \times ЗП, \quad (5.3)$$

$$СВ = 0,22 \times 14\,863,32 = 3\,269,93 \text{ грн.}$$

де СВ – єдиний соціальний внесок, який відноситься на собівартість, грн.,

0,22 – ставка податку (СВ),

ЗП – заробітна плата виконавців НДР, грн.

5.2 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

До інших витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, опалення, освітлення) та вартість послуг зв'язку.

Матеріальні витрати визначаються витратами на матеріали, визначені їх потребою для виконання робіт, і цін, що діють на момент складання калькуляції. Для проведення НДР потрібно: ручки - 2 шт. та блокноти - 2 шт. Дані матеріальні витрати потрібні для дизайнера та менеджера проекту. Витрати на матеріали, що витрачаються в процесі дослідження, визначаються виходячи з обсягу робіт та наведені з урахуванням ринкових цін на поточний момент (таблиці 5.3).

Таблиця 5.3 – Вартість використаних матеріальних ресурсів

№ п/п	Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Кількість, од.	Вартість, грн.
Основні матеріали					
1	Блокнот	шт.	30,00	2	60,00
2	Ручка	шт.	10,00	2	20,00
Разом за основні матеріали					70,00
Допоміжні матеріали (10% від основних)					7,00
Разом за основні і допоміжні матеріали					87,00

При виконанні НДР застосовувалось наступне обладнання: комп'ютер 2 шт. вартістю 12 290 грн та широкоформатні принтери.

Комп'ютер є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР, широкоформатні принтери ми не беремо до розрахунків, так як організація взяла їх у лізинг у виробника.

Український ринок поліграфічної продукції динамічно розвивається. Це стосується і розширення ринку друкованої продукції, і розвитку ринку рекламних послуг. Поліграфічна продукція повинна бути високо якісною та конкурентоспроможною. У зв'язку з цим висуваються високі вимоги до обладнання, на якому вона виробляється.

Усе сучасне поліграфічне обладнання коштує дуже дорого. А для малих і середніх підприємств особливо важливо мінімізувати одноразові фінансові вкладення. І в більшості випадків, лізинг – це єдиний спосіб не тільки придбання обладнання покупцями, але і реалізації своєї продукції провідними виробниками та постачальниками обладнання на ринку.

У даний час лізинг поліграфічного обладнання – один з напрямів, що швидко розвивається. Високий рівень рентабельності забезпечує значне зростання підприємства лізингоодержувача. А термін корисного використання обладнання для поліграфії перевищує термін договору лізингу більш, ніж в три рази. Тому розвинений і вторинний ринок на цей вид устаткування. Одні підприємства набувають поліграфічне обладнання за схемою лізингу для створення виробництва, інші – для його розширення.

Загальна схема отримання обладнання в лізинг, оптимальний термін угоди і розміри лізингових платежів з кожним лізингоодержувачем опрацьовуються індивідуально. Безумовно, придбання такого дорогого устаткування – серйозний крок, який вимагає самого детального підходу по техніці і економіці. Але підсумки успішно укладених контрактів на поставку обладнання в лізинг дозволяють стверджувати, що цей вид фінансової оренди має величезні перспективи в поліграфічній галузі.

Оскільки сума амортизаційних відрахувань розраховується на підставі даних по вартості основних засобів і норм амортизації, зведемо необхідні для розрахунків дані по об'єктах, що підлягають амортизації в таблиці 5.4 та таблиці 5.5.

Таблиця 5.4 – Вартість персонального комп'ютера

№ п/п	Найменування	Вартість, грн.
1	Процесор	8 000,00
2	Клавіатура	150,00
3	Миша комп'ютерна	140,00
4	Монітор	4 000,00
Разом		12 290,00

Таблиця 5.5 – Вихідні дані для розрахунку амортизаційних відрахувань

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість виробів, од.	Вартість за одиницю, грн.	Термін корисного використання, років	Термін експлуатації, годин
1	Комп'ютер та комплектуючі пристрої	2	12 290,00	5	176
2	Програмне забезпечення:				
2.1	Windows 10	1	370,00	1/12	176
2.2	Adobe Photoshop	1	400,00	1/12	176
2.3	Adobe Illustrator	1	400,00	1/12	176

Виходячи з того, що устаткування використовувалося певний термін, необхідно обчислити амортизаційні відрахування використовуваного обладнання за час роботи над проектом прямолінійним методом за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (5.4)$$

де АВ – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час науково-дослідницької роботи;

BO_k – вартість основних засобів k-го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k-го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Результати розрахунку амортизаційних відрахувань наведено у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Амортизаційні відрахування

№ п/п	Найменування обладнання	Термін корисного використання, днів	Вартість за одиницю, грн.	Щоденні амортизаційні відчислення, грн./день	Витрати, грн
1	Комп'ютер та комплектуючі пристрої (2шт)	1 825,00	12 290,00	6,74	269,36
2	Програмне забезпечення:				
2.1	Windows 10	30,42	370,00	12,17	243,26
2.2	Adobe Photoshop	30,42	400,00	13,15	262,98
2.3	Adobe Illustrator	30,42	400,00	13,15	262,98
Разом					1 038,58

У таблиці 5.7 зведено загальні витрати на використання основних засобів, необхідних під час науково-дослідницької роботи.

Таблиця 5.7 – Загальна вартість основних засобів

№ п/п	Тип використання ОЗ	Вартість ОЗ, грн.
1	Сума амортизаційних відрахувань	1 038,58
2	Друк зразків для НДР на широкоформатних принтерах	500,00
Разом (ОЗ)		1 538,58

Загальний час використання обладнання враховує лише фактичний час його роботи. З урахуванням роботи персонального комп'ютера тривалий час у різних режимах праці (виходячи з завантаження оперативної пам'яті комп'ютера), враховується і різна напруга. Розрахунок витрат на електроенергію представлений в таблиці 5.8.

Після розрахунку необхідної кількості електроенергії визначено суму витрат на електроенергію.

Таблиця 5.8 – Обсяг електроенергії витраченої на виконання НДР

№ п/п	Найменування	Кількість, шт.	Потужність (кВт/година);	Термін використання, год.
1	Комп'ютер	2	0,5	176
2	Загальне освітлення	2	0,015	176
3	Пристрій безперебійного живлення (ПБЖ)	1	0,005	176

Плата за електроенергію здійснюється за встановленим державними органами тарифу для відповідного класу споживачів.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт за годину. Тариф для юридичних осіб I класу становить 215,179 грн за 100 кВт.

$$Z_e = M \cdot t \cdot T_{кВт}, \quad (5.5)$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година),

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи,

$T_{кВт}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Підставивши значення у формулу (5.5), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію:

$$\begin{aligned} Z_e &= M \times t \times T_{кВт} = (((0,5 \times 176) * 2) + ((0,015 \times 2) \times 176) + (0,005 \times 176)) \times 2,15179 \\ &= (176 + 5,28 + 0,88) \times 2,15179 = 391,97 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Оплата послуг зв'язку.

У даній статті враховуються витрати на послуги зв'язку, необхідні для виконання науково-дослідницької роботи. Вартість послуги розраховується:

$$ЗВ = t_{зв} \times T_{зв}, \quad (5.6)$$

де $t_{зв}$ – кількість часових одиниць зв'язку, необхідних для науково-дослідницької роботи,

$T_{зв}$ – вартісний тариф.

Плата за використання Інтернету є фіксованою та становить 150,00 грн./міс. Часові витрати на розробку технології складають 22 дні.

Адміністративні витрати (B_a) включають витрати на організацію та управління господарчим процесом, орендну плату за приміщення, заробітну плату адміністрації тощо. Приймаються у розмірі 10% від заробітної плати:

$$B_a = 0,1 \times 14\,863,32 = 1\,486,33 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

Результати розрахунку собівартості проведення НДР наведені в таблиці 5.9, із зазначенням статті калькуляції, вартості розробки та її частки відповідно до загальної вартості. Кошторис витрат розраховано із урахування податку на додану вартість (ПДВ).

Вартість науково-дослідницької роботи склала 24 052,23 грн.

Таблиця 5.9 – Кошторис витрат на проведення НДР

№ п/п	Статті калькуляції	Відсоток від загальної суми, %	Витрати, грн.
1	Заробітна плата виконавців НДР	74,16	14 863,32
2	Вартість використаних матеріальних ресурсів	0,38	87,00
3	Витрати на електроенергію	1,96	391,97
4	Вартість використання основних засобів	7,68	1 538,58
5	Оплата послуг зв'язку	0,99	200,00
6	Адміністративні витрати	14,83	1 486,33
Витрати разом			18 567,2
ПДВ (20%)			3 713,44
Витрати з урахуванням ПДВ			22 280,64

5.3 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень в порівнянні з сучасним науково-технічним рівнем.

Для оцінки економічних результатів від впровадження технології необхідно виявити її вплив на кінцеві результати діяльності підприємства. Відповідно різняться фактори, що визначають економічну ефективність різних типів технологій, а також складові їх економічного ефекту.

Необхідно визначити, що є одиницею результату. Результатів від даної НДР – це зниження витрат замовника.

Результат від впровадження НДР в таких випадках визначається так:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}| \quad (5.8)$$

де ΔP_j – покращення j -тої характеристики системи (процесу) за рахунок впровадження результатів НДР ($j=1,m$),

$X_{бj}$ – базове значення j -тої характеристики, тобто до впровадження результатів НДР,

$X_{нj}$ – нове значення j -тої характеристики після впровадження запропонованих рішень.

Якщо не використовувати розроблені методики та критерії оцінки якості процент браку та відходів складає 15% у користувача з малим досвідом роботи на широкоформатних принтерах.

Після впровадження даної методики в середньому процент неякісної продукції можна знизити до 10% (відсоток браку та відходів у користувача з досвідом роботи більше одного року).

Проведемо розрахунок за формулою (5.8):

$$\Delta P = |15 - 10| = 5\%.$$

Тобто економічний ефект від впровадження становить 5%.

У розділі виконано техніко-економічне обґрунтування розробки проекту, розрахована собівартість розробленої методики та удосконалення якості. При аналізі статей калькуляції стає очевидним, що максимальні

витрати при розробці технології припадають на основну заробітну плату. Виходячи із розрахунків, видно, що собівартість розробки проекту становить 22 280,64 грн. Витрати, на дане дослідження окуплять себе в наступні роки.

Результати розрахунків свідчать, що реалізація даного дослідження є ефективною, тому що дозволить мінімізувати відсоток браку та відходів, а також покращити якість продукції. Зменшення браку та відходів становить 5%. Також запропонована методика оцінки якості друкування на полотні дозволить клієнтам швидко і якісно підбирати матеріали під свої замовлення, що дозволить збільшити кількість замовлень.

ВИСНОВКИ

В роботі були досліджені особливості широкоформатного друку на полотні, здійснено аналіз різних технологій друкування.

Також були проаналізовані принципи дії широкоформатних принтерів, їх технічні характеристики; проведений вибір тестованих видів матеріалів, розроблений тест-об'єкт для визначення якості друкування на полотні

В результаті аналізу вітчизняних і зарубіжних джерел вдалося знайти шляхи вирішення загальної проблеми – комплексної оцінки якості широкоформатного друку. Запропонована обґрунтована класифікація критеріїв якості широкоформатного друку. Визначення коефіцієнтів вагомості пропонується вирішити за допомогою експертного опитування.

Розроблену методику рекомендується спробувати при друці розробленої тестової смуги на різних широкоформатних принтерах і на різних текстильних матеріалах (синтетичних та натуральних) для порівняння результатів. Результати даного тестування, а також результати подальшого експертного опитування будуть оформлені як рекомендації для діючих підприємств, які займається широкоформатним друком на полотні.

Для об'єктивного оцінювання якості друку була використана не тільки кількісна оцінка обраних показників якості широкоформатного друку, але й експертне оцінювання суб'єктивних параметрів, які впливають на якість друку на полотні. Досліджені характеристики дають можливість виявити проблемні місця під час друку, та ліквідувати їх на етапі калібрування та настроювання технологічного процесу широкоформатного друку.

Порівняння результатів експертної оцінки з отриманими комплексними показниками дало повне узгодження ранжування оцінюваних відбитків. Це дозволяє стверджувати, що комплексну оцінку якості широкоформатного друку можна рекомендувати для практичного використання як типову на аналогічних підприємствах.

Для практичної цінності дослідження проводяться на діючих поліграфічних підприємствах з використанням їх виробничого обладнання та поліграфічних матеріалів.

Також в кваліфікаційній роботі магістра проведено економічний аналіз досліджень, розрахована вартість науково-дослідної роботи, яка становить

22280,64 грн. Результати розрахунків свідчать, що реалізація даного дослідження є ефективною, тому що дозволить мінімізувати відсоток браку та відходів, а також покращити якість продукції. Запропонована методика оцінки якості друкування на полотні дозволить клієнтам швидко і якісно підбирати матеріали під свої замовлення, що дозволить збільшити кількість замовлень.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. На каком холсте печатать – натуральном или синтетическом. URL: <https://ru-cafe.ru/news/na-kakom-kholste-pechatat-naturalnom-ili-sinteticheskom> (дата звернення: 23.09.2021).
2. Идеи для печати на холсте. URL: <https://ru-cafe.ru/news/idei-dlja-pechatati-na-kholste> (дата звернення: 23.09.2021).
3. Обзор: цифровая печатная машина Konica Minolta bizhub PRO C6000L. URL: <http://www.printdaily.ru/reviews> (дата звернення: 22.09.2021).
4. Веб-сайт опису сольвентного друку. URL: <https://wise-print.com.ua/blog/solventnyu-druk-v-poligrafii> (дата звернення: 23.09.2021).
5. Гавриш Е.В., Чеботарева И.Б. Исследование метода сублимационной печати для создания декоративных элементов фотозоны // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару IV Міжнар. наук.-техн. конф. (14-17 травня 2019, м. Харків). 2019. С. 163-165.
6. Сублимация – сублимационная печать. URL: <http://brt.com.ua/grawerton-sublimatsionniy-perenos/> (дата звернення: 05.06.2021).
7. Печать на холсте в высоком разрешении типография Формат-Харьков. URL: <https://for-k.com.ua/product/pechat-na-holste/> (дата звернення: 25.09.2021).
8. Потапов Ю., Потапова Ю. Мир трафаретной печати: практическое пособие. М.: Гелла-Принт, 2001. 126 с.
9. Термотрансферный перенос. URL: <http://brt.com.ua/termotransferniy-perenos/termotransfer-dlya-svetlich-i-temnich-tkaney.html/> (дата звернення: 05.10.2021).
10. Григор'єв О.В., Чеботарьова І.Б., Козаченко А.О. Особливості друкування картин на полотні // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. IV Міжнар. наук.-техн. конф. (18-22 травня 2021, м. Харків). 2021. Т1. С. 42-44.
11. Широкоформатная и интерьерная печать: чем они отличаются? URL: <https://printexx.ru/tekhnologii/shirokoformatnaya-i-interernaya-pechat-chem-oni-otlichayutsya.html> (дата звернення: 06.10.2021).
12. Опис широкоформатного принтеру Flora-3204 для сольвентного друку. URL: <https://compuart.ru/article/8696#Matan%20JetSet%203.2i.6> (дата звернення: 02.10.2021).
13. Печать на холсте. URL: <https://ru-cafe.ru/pechat-na-holste> (дата звернення: 12.10.2021).

14. Почему будущее – за УФ печатью. URL: <https://ru-cafe.ru/news/pochemu-budushchee-za-uf-pechatju> (дата звернення: 15.10.2021).
15. Сайт Промдизайн. URL: <https://promdesign.ua/polnotsvetnaja-pechat/tsufrovaia-i-ofsetnaja-pechat> (дата звернення: 12.11.2021).
16. Оценка качества цифровой печати. URL: <https://docplayer.com/71605009-Osenka-kachestva-cifrovooy-pechati.html> (дата звернення: 17.10.2021).
17. Гавриш Є.В., Григор'єв О.В., Чеботарьова І.Б. Оцінка якості широкоформатного друку // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: мат. Міжнародної науково-технічної конференції. 2020. Т.2. С. 87-89.
18. Леонтьев В.Н. Методы и средства совершенствования печатных свойств бумаг в системе «бумага – краска – оттиск»: учебное пособие / ГОУВПО СПбГУРП. СПб., 2009. 170 с.
19. Кульбич І.К., Лотоцька О.І. Оцінка якості відбитків при цифровому друці // Технологія і техніка друкарства. 2013. Вип. 4. С. 25-39.
20. Стефанов С.И. Реклама и полиграфия: опыт словаря-справочника. М.: Гелла-принт. 2004.
21. Поддержка стабильности цвета в открытых полиграфических системах: монография / Н.Е. Кулишова, И.Б. Чеботарева, В.Ф. Ткаченко, Н.С. Гурьева. Х.: ООО «Типография Мадрид», 2013. 192 с.
22. Разработка и апробации методики комплексной оценки уровня качества флексопечати экструзионной упаковки / Манаков В.П., Чеботарева И.Б., Чеботарев Р.И., Муравьева А.В. // Traektoriâ Nauki= Path of Science. 2016. Вып. 2(4). С. 318-331.
23. Гавенко С.Ф., Мельников О.В. Оцінка якості поліграфічної продукції: навч. посібник / під ред. Е.Т. Лазаренко; УАД. Л.: Афіша, 2000. 120 с.
24. Дурняк Б.В., Ткаченко В.П., Чеботарьова І.Б. Стандарти в поліграфії та видавничій справі: довідник. Львів: Вид-во УАД, 2011. 320 с.
25. Оценка качества цифровой печати. URL: <https://docplayer.com/71605009-Osenka-kachestva-cifrovooy-pechati.html> (дата звернення: 12.11.2021).
25. Кулішова Н.Є., Ткаченко В.П. Методичні вказівки з виконання кваліфікаційної роботи здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні для студентів усіх форм навчання спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія». Харків: ХНУРЕ, 2020. 51 с.
26. Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів, робіт для студентів денної та заочної форми навчання усіх спеціальностей / Л.В. Соколова та ін. Харків: ХНУРЕ, 2015. 49 с.