

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)
« 26 » жовтня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ *Гавриш Євгенія Валеріївна* _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ *Оцінка якості широкоформатного друку* _____

Затверджена наказом по університету від 23 жовтня 2020 р. № 1430 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 3 грудня 2020 р. _____

3. Вихідні дані до роботи
вид друку – цифровий, широкоформатний;
тип чорнил – ультрафіолетові, сольвентні;
матеріал – банерна тканина, самоклеюча плівка, просвітній папір;
дослідження виконується в умовах діючого поліграфічного підприємства.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
1 Аналітичний огляд особливостей та проблем контролю якості широкоформатного друку; 2 Аналіз методів і засобів оцінки якості друку; 3 Дослідження особливостей широкоформатного друку; 4 Аналіз факторів, що впливають на якість продукції 5 експериментальні дослідження; 6 Аналіз результатів дослідження; 7 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; Параметрична оцінка; Результати експертного опитування; Рекомендації щодо підвищення якості на підприємстві; Економічна частина; Висновки.

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, що охоплюють область широкоформатного струминного друку	28.10.2020 – 02.11.2020	виконано
2	Дослідження особливостей технологій та матеріалів, які використовуються для широкоформатного друку	03.11.2020 – 06.11.2020	виконано
3	Вивчення вимог діючих нормативних документів, регламентуючих процес широкоформатного друку та практичних рекомендацій виробників рекламної продукції та виробників плотерів	07.11.2020 – 11.11.2020	виконано
4	Визначення номенклатури показників якості для оцінки широкоформатного друку	12.11.2020 – 14.11.2020	виконано
5	Розробка тест-об'єкта для проведення дослідження	15.11.2020 – 18.11.2020	виконано
6	Експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах	19.11.2020 – 22.11.2020	виконано
7	Розробка методики комплексної оцінки якості друкування в широкоформатних принтерах	23.11.2020 – 25.11.2020	виконано
8	Аналіз отриманих результатів та надання рекомендацій щодо покращання процесу широкоформатного друку для поліграфічного підприємства	26.11.2020 – 30.11.2020	виконано
9	Економічна частина	1.12.2020	виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	1.12.2020	виконано
11	Оформлення графічної частини	1.12.2020	виконано

Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 р.

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 108 сторінок, 36 рисунків, 34 таблиці, 24 використаних літературних джерела, 4 додатки.

ТЕХНОЛОГІЯ ШИРОКОФОРМАТНОГО ДРУКУ, СОЛЬВЕНТНИЙ ДРУК, УЛЬТРАФІОЛЕТОВІ ЧОРНИЛА, ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ, ПРОСВІТНИЙ ПАПІР, БАНЕРНА ТКАНИНА, САМОКЛЕЮЧА ПЛІВКА, КОМПЛЕКСНИЙ ПОКАЗНИК.

Метою роботи є дослідження особливостей широкоформатного друку та оцінка якості відбитків отриманих за допомогою УФ-друку та сольвентного друку на різних типах матеріалів.

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

В атестаційній роботі магістра досліджено особливості технологій та матеріалів, які використовуються для широкоформатного друку. 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 і розроблений тест-об'єкт для проведення дослідження. Проведено експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах; розроблена методика комплексної оцінки якості друкування в широкоформатних принтерах та надані рекомендації щодо покращання процесу широкоформатного друку для діючого поліграфічного підприємства.

Також в роботі здійснено економічне обґрунтування проведених досліджень.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 108 страниц, 36 рисунков, 34 таблицы, 24 использованных литературных источников, 4 приложения.

ТЕХНОЛОГИЯ ШИРОКОФОРМАТНОЙ ПЕЧАТИ, СОЛЬВЕНТНАЯ ПЕЧАТЬ, УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ЧЕРНИЛА, ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА, ПРОСВЕТНАЯ БУМАГА, БАННЕРНАЯ ТКАНЬ, САМОКЛЕЮЩАЯСЯ ПЛЕНКА, КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ.

Целью работы является исследование особенностей широкоформатной печати и оценка качества отпечатков полученных с помощью УФ-печати и сольвентной печати на различных типах материалов.

Объект исследования – технологии широкоформатной печати сольвентными и УФ-чернилами на различных видах материалов.

В аттестационной работе магистра исследованы особенности технологий и материалов, которые используются для широкоформатной печати. 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 и разработан тест-объект для проведения исследования. Проведено экспериментальное исследование качества печати на различных материалах; разработана методика комплексной оценки качества печати в широкоформатных принтерах и даны рекомендации по улучшению процесса широкоформатной печати для действующего полиграфического предприятия.

Также в работе осуществлено экономическое обоснование проведенных исследований.

ABSTRACT

The Explanatory note contains 108 pages, 36 pictures, 34 tables, 24 sources, 4 applications.

LARGE FORMAT PRINTING TECHNOLOGY, SOLVENT PRINTING, ULTRAVIOLET INK, QUALITY PARAMETERS, LIGHTING PAPER, BARNER FABRIC, SELF-ADHESIVE FILM, COMPLEX INDICATOR.

The aim of the work is to study the features of large format printing and evaluate the quality of prints obtained by UV printing and solvent printing on different types of materials.

The object of research is the technology of large-format printing with solvent and ultraviolet inks on different types of materials.

In the attestation work of the master the peculiarities of technologies and materials used for large format printing are investigated. Based on the requirements of current regulations governing the process of large-format printing and practical recommendations of manufacturers of advertising products and manufacturers of plotters, the nomenclature of quality indicators for the evaluation of large-format printing and developed a test object for research. An experimental study of print quality on various materials; developed a method of the comprehensive assessment of print quality in wide-format printers and provided recommendations for improving the process of large-format printing for an existing printing company.

The economic substantiation of the conducted researches is also carried out in the work.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	9
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ПРОБЛЕМ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ШИРОКОФОРМАТНОГО ДРУКУ	12
1.1 Аналіз технологічних процесів широкоформатного друку на різних типах матеріалів	12
1.2 Контроль якості друкованої продукції	14
1.3 Постановка мети та задач дослідження	17
2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ДРУКУ	20
2.1 Методи контролю та оцінки якості	20
2.2 Класифікація показників якості.....	23
2.3 Вимірювальні засоби для контролю якості	26
2.3.1 Денситометри	26
2.3.2 Спектрофотометри	29
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ШИРОКОФОРМАТНОГО ДРУКУ	32
3.1 Сфери використання широкоформатного друку	32
3.2 Технології широкоформатного друку	34
3.3 Чорнила	36
4 АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ	42
4.1 Фактори, що впливають на якість друку	42
4.2 Визначення переліку показників якості широкоформатного друку	44
4.2.1 Роздільна здатність принтера	44
4.2.2 Колірне охоплення	45
4.2.3 Оптична щільність фону та зображення.....	48
4.2.4 Рівномірність друку	48
4.2.5 Градаційна точність	49
4.2.6 Роздільна здатність в чорному кольорі та в основних кольорах	50
4.2.7 Оцінка якості відтворення шрифтів	51
4.2.8 Відтворення пам'ятних кольорів	51

4.2.9	Текстурні характеристики відбитка	52
4.2.10	Важливі критерії оцінки	53
5	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	56
5.1	Вибір обладнання та приладів	56
5.2	Вибір матеріалів	61
5.3	Методика проведення досліджень	64
5.3.1	Визначення параметрів оцінки якості відбитків.....	65
5.3.2	Розробка тестової смуги для оцінки якості друку та її друк	66
6	АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	73
6.1	Параметрична оцінка	74
6.1.1	Оптична щільність фону та зображення.....	74
6.1.2	Градаційна передача	75
6.1.3	Роздільна здатність	77
6.1.4	Оцінка якості відтворення шрифтів та ліній.....	79
6.1.5	Колірне охоплення друку	81
6.1.6	Розрахунок комплексних показників якості відбитків для широкоформатного друку	88
6.2	Експертна оцінка якості друку	89
7	ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ	93
7.1	Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата.....	93
7.2	Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР.....	97
7.3	Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	103
	ВИСНОВКИ.....	105
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	107
	ДОДАТОК А Тест-об'єкт для дослідження якості друку.....	109
	ДОДАТОК Б Градаційні характеристики друку.....	110
	ДОДАТОК В Градаційні криві плотерів для різних матеріалів.....	122
	ДОДАТОК Г Візуалізація кольорового охоплення на різних матеріалах	130

ВСТУП

Широкоформатний друк сьогодні застосовується практично повсюдно. Він може використовуватися для друку великих креслень, реклами, декорування приміщення, промислового друку на тканині і друку на готових виробах, виготовлення кольоропроб і багато чого іншого.

Сучасні пристрої дозволяють друкувати дрібні деталі з високою точністю і на дуже широкому спектрі матеріалів, включаючи папір, плівки, будівельну сітку і тканини. Поняття «широкоформатний друк» – дуже об'ємне і має на увазі зовсім різні технології [1].

У загальних рисах, сучасний широкоформатний принтер – це цифровий пристрій, що під управлінням комп'ютера розпорошує чорнило в задане місце на запечатуваному матеріалі, формуючи таким чином зображення.

Чіткого визначення, яке саме обладнання вважати широкоформатним, немає. Для багатьох користувачів лист, більше за розміром, ніж офісний А4, – це вже лист великого формату. Але як правило, під широкоформатним друком вважається виготовлення відбитків, форматом більше А0 (841×1189 мм).

Світ широкоформатного друку продовжує розвиватися. З новими технологіями приходять нові можливості і нові потреби. Широкоформатний друк можна умовно розділити на два типи: інтер'єрна графіка і зовнішня реклама. Окремий напрямок – друк на тканині і готових виробах.

Під інтер'єрної графікою мається на увазі оформлення місць продажів і всіляке оформлення приміщень. Прикладів подібної продукції – безліч: це і фотошпалери, і стендові конструкції та постери, і репродукції та багато іншого.

Для таких видів продукції не можна використовувати сольвентний друк, оскільки вироби виділяють шкідливі пари. При цьому для підвищення стійкості не потрібна додаткова обробка.

Різні рекламні конструкції, які використовуються зовні (білборди, сітілайти тощо), найчастіше друкуються сольвентними чорнилами, тому не бояться УФ-випромінювання, вологи і складних погодних умов.

Сучасні ринкові умови тягнуть за собою значне підвищення вимог до поліграфічного виконання широкоформатних виробів, таких як банери, фотошпалери, білборди та інші. Таким чином, питання забезпечення оптимального рівня якості в процесі виробництва є досить актуальними.

Важливою складовою будь-якої системи забезпечення якості є контроль на кожному з етапів виробничого процесу, в ході якого поточні значення показників якості продукції порівнюються з нормативними значеннями, а результати порівняння використовуються для коригування параметрів технологічного процесу.

Метою роботи є дослідження особливостей широкоформатного друку та оцінка якості відбитків отриманих за допомогою УФ-друку та сольвентного друку на різних типах матеріалів.

Об'єкт дослідження – технології широкоформатного друку ультрафіолетовими та сольвентними чорнилами на різних видах матеріалів.

У даній роботі вирішується ряд певних задач:

- огляд і аналіз літературних джерел, що охоплюють область широкоформатного струминного друку;
- дослідження особливостей технологій та матеріалів, які використовуються для широкоформатного друку;
- вивчення вимог діючих нормативних документів, регламентуючих процес широкоформатного друку та практичних рекомендацій виробників рекламної продукції та виробників плотерів;
- визначення номенклатури показників якості для оцінки широкоформатного друку;
- розробка тест-об'єкта для проведення дослідження;
- експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах;

- розробка методики комплексної оцінки якості друкування в широкоформатних принтерах;
- аналіз отриманих результатів та надання рекомендацій щодо покращання процесу широкоформатного друку для поліграфічного підприємства;
- економічне обґрунтування проведених досліджень.

Проведення досліджень планується проводитись в умовах діючого поліграфічного підприємства, яке спеціалізується на виготовленні широкоформатної продукції. Для наближення експериментальної частини до реальних умов друкування буде виконуватись на матеріалі, який використовується у виробничому процесі. Це дозволить виявити проблемні місця щодо якості широкоформатного друку на цьому підприємстві.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ПРОБЛЕМ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ШИРОКОФОРМАТНОГО ДРУКУ

1.1 Аналіз технологічних процесів широкоформатного друку на різних типах матеріалів

В останні роки відбувається насичення інформаційного поля навколо людини. Сьогодні людина сприймає і аналізує приблизно в 15 разів більше інформації, ніж 20 років тому. Цей факт взяли до уваги виробники зовнішньої реклами, і тепер вона рухається в сторону лаконічності, динамічної картинки, яскравості оформлення.

Привернути увагу стає складніше. Якщо раніше розрахунковою базою по ефективності вуличного банера або плаката було 20-30% від людинопотоку в місці розміщення конструкції, то сьогодні навіть найяскравіший дизайн і вдале формулювання приверне увагу лише кожного десятого. Тому для отримання аналогічного результату доводиться прикладати більше зусиль.

Зростання апетитів ринку відчули вітчизняні рекламні агентства повного циклу – запит на зовнішню рекламу, яка займає 4-е місце після реклами на телебаченні, в інтернеті і друкованих ЗМІ, зростає з кожним роком. Загальні рекламні бюджети за останній рік збільшилися на 33%. Це свідчить про планомірне нарощування медійної активності замовників, що при набагато менш райдужній статистиці розвитку бізнесу означає одне: розвивається попит на високотехнологічні носії [2].

Споживача більше не влаштовують статичні картинки. Зовнішня реклама розвивається по цифровому шляху, і digital-конструкції витісняють звичні формати. В топі замовлень друкарень – широкоформатний друк для зовнішньої реклами. Це означає, що банери, плакати і білборди становлять найбільший сегмент із загального обсягу замовлень.

За технологією широкоформатного друку створюються також:

- наклейки;
- ростові фігури і інші POS-матеріали;
- щити з паперу «блюбек»;
- постери;
- плівка для лайтбоксів, вивісок, оформлення вітрин та інше.

Окремий напрямок широкоформатного друку – інтер'єрне оформлення.

У поєднанні з зовнішньою рекламою досягається скомпільований ефект – споживач реклами буквально оточений тематичним контентом. У плані технологій абсолютна перевага за УФ-друком. Він може виконуватися на таких носіях:

- листові матеріали (плівка, пінокартон, оргскло, ДСП, алюмінієві панелі);
- рулонні матеріали (папір, сітка, тканина, вініл).

Завдяки розвитку широкоформатного друку виготовлення рекламно-сувенірної продукції відбувається оперативно і коштує недорого. При цьому частково задовольняє попит на оригінальну рекламу.

Широкоформатний друк – затребуваний вид поліграфічної продукції. Сучасні технології друку дозволяють друкарням наносити зображення високої чіткості на листові, рулонні матеріали. Вироби великого розміру використовуються в рекламних і декоративних цілях. Широкоформатний друк має великі технічні можливості і відрізняється прийнятною ціною. Рідкісна масштабна рекламна кампанія обходиться сьогодні без плакатів, банерів та інших матеріалів, надрукованих даним методом. При оформленні заходів, будь то спортивні змагання або виставки.

Головною перевагою технології друку є гнучкість. Широкоформатний друк сьогодні може бути практично будь-яким: плівковим і тканинним, звичайним і ламінованим, монохромним і повнокольоровим, одно- і двостороннім.

1.2 Контроль якості друкованої продукції

В умовах сучасної ринкової економіки ключовою проблемою економічного розвитку виробництва є забезпечення конкурентоспроможності продукції. Дану проблему можна вирішити, розглядаючи гарантування і неухильне поліпшення якості продукції як основу маркетингової стратегії підприємства.

Згідно ДСТУ 2925-94 «Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення» якістю є сукупність властивостей продукції, які обумовлюють її здатність задовольняти певні потреби відповідно до призначення.

Найбільш ефективним підходом до управління якістю на поліграфічному підприємстві є системний підхід. Міжнародною Організацією по Стандартизації (ISO, International Organization for Standardization) розроблена серія стандартів ISO 9000 описують вимоги до системи управління якістю, в основі яких лежать ідеї і положення теорії загального менеджменту якості (TQM, Total Quality Management). Вона має на увазі комплексне управління всіма процесами на підприємстві [3, 4].

Важливою складовою будь-якої системи управління є технічний контроль якості, який полягає в перевірці відповідності контрольованих об'єктів вимогам нормативних документів. На поліграфічному підприємстві об'єктами технічного контролю є:

- основні і допоміжні матеріали;
- напівфабрикати, одержувані з боку;
- рукописи і оригінали, що надходять з видавництв;
- технічна документація;
- технологічні процеси, операції, режими їх виконання;
- напівфабрикати, що передаються з цеху в цех або з дільниці на дільницю;
- технологічна дисципліна в процесі виробництва;
- стан обладнання та інструментів;
- готова продукція.

Об'єкт технічного контролю визначає собою перелік контрольованих параметрів. Наприклад, марку матеріалу, геометричні чи функціональні параметри, характеристики технологічного процесу, дефекти.

Залежно від конкретних умов в процесі виробництва застосовують різні форми технічного контролю (табл. 1.1). На поліграфічних підприємствах і фірмах для контролю якості продукції створюють спеціальні служби і органи. У цехах і ділянках працюють спеціальні відділи і лабораторії, що відповідають за організацію, координацію, матеріальне, технічне, метрологічне забезпечення всіх заходів по контролю якості продукції і виробничих процесів.

Таблиця 1.1 – Класифікація форм технічного контролю якості ПП

№ п / п	Класифікаційні ознаки	Види і форми технічного контролю
	Етап виробничого контролю	вхідний операційний приймальний
	Повнота охоплення виробів контролем	суцільний вибірковий
	Ступінь зв'язку з об'єктом контролю за часом	періодичний безперервний
	Призначення контролю	контроль придатності виробів контроль якості продукції контроль стійкості процесу
	Розташування контрольних пунктів	скользящий стаціонарний
	Характер контролю	активний (попереджувальний) пасивний (загороджувальний)
	Метод визначення показників якості	розрахунковий вимірювальний експертний соціологічний
	Організаційні форми виявлення та попередження	летючий кільцевий статистичний поточний попереджувальний
	Виконавці	самоконтроль контроль майстрів контроль ОТК

Технічний контроль на виробництві здійснюють відділи технічного контролю (ВТК). Їх основними обов'язками є розвиток і вдосконалення системи контролю, усунення причин браку, здійснення вхідного, операційного та приймального контролю, проведення періодичних і позапланових вибіркового перевірок, контролю правильності оформлення документації і ведення статистики щодо якості тощо.

Таким чином, контроль якості є найважливішою складовою виробництва і спрямований на своєчасне виявлення і усунення відхилень технологічного процесу з метою запобігання випуску невідповідної продукції.

Поняття про якість відтворення зображення на відбитках пов'язано з рядом складнощів, обумовлених суб'єктивними особливостями зорового сприйняття зображення на відбитку і об'єктивними можливостями поліграфічної технології і техніки репродукування.

З суб'єктивних позицій якість надрукованого зображення залежить від ступеня його відповідності ідеалу (яким може бути і оригінал). Чим менше репродукція відрізняється від зразка, тим вище точність, отже, і якість відтворення. Суб'єктивна оцінка точності або якості відтворення є результатом психологічної обробки мозком зорової інформації. Широке поширення для оцінки якості зображення отримав метод візуальної експертизи. Візуальна оцінка якості зображення проводиться шляхом опитування декількох експертів. На підставі усереднення їх оцінок отримують досить достовірні уявлення про якість. Під якістю продукції розуміється сукупність її властивостей, що визначають ступінь придатності продукції для використання за призначенням і відповідних вимог нормативних документів (ГОСТів, ОСТів, технічних умов і інструкцій). У цих документах мають бути вказані не тільки номінальні значення одиничних показників якості, а й допустимі відхилення їх від номіналу.

Якість друкованого зображення зазвичай оцінюється на підставі визначення значень наступних одиничних показників: оптична щільність; колірний тон, чистота кольору, світлота; суміщення окремих фарб; чіткість відтворення; розтиск; рівномірність розподілу фарби на відбитку тощо.

Кожен з цих показників може бути змінений і виражений розмірними (або безрозмірними) одиницями. Оптична щільність визначається на денситометрі і її значення виражаються в одиницях оптичної щільності. Кольорові характеристики встановлюються зміною кольору обраних ділянок відбитка на спектрофотометрі або на трьохфільтровому денситометрі. Поєднання окремих фарб визначається за спеціальними мітками або шкалами, розташованими на відбитку, і вимір ступеня розбіжності (або збігу) їх оцінюється за допомогою вимірювальної лупи або мікроскопа.

Чіткість відтворення окремих растрових елементів, штрихів також визначається за допомогою вимірювального мікроскопа.

Для контролю якості друкованої продукції використовуються сучасні засоби контролю, зокрема тест-шкали.

Контрольна шкала друкарського процесу – це комплект контрольних елементів, полів і тест-об'єктів, який дозволяє оцінювати і контролювати окремі параметри друкарського процесу і їх сумарний ефект під час укування або готової продукції.

Розроблені та застосовуються різні системи тест-об'єктів контролю друкування, які складаються з окремих елементів різного призначення. Ці елементи виконані у вигляді плашок, штрихів, кілець і інших геометричних фігур. Елементи тест-об'єктів можна розділити на сигнальні і вимірювальні. Сигнальні елементи служать для візуального контролю порушення нормального протікання процесу друкування, вимірювальні – для контролю якості друку за допомогою приладів, наприклад, денситометрів.

1.3 Постановка мети та задач дослідження

Значне збільшення обсягів використання широкоформатного друку в рекламі та інтер'єрі в останні роки призвело до актуалізації питання контролю його якості. Проведений аналіз показав, що дана проблема є недостатньо вивченою. На сьогоднішній час досить докладно розглянуті проблеми оцінки

та контролю якості цифрового друку на струменевих та лазерних принтерах; особливості друкування на цифрових друкарських машинах. Але всі ці роботи не враховують особливості широкоформатного друку (специфічну додрукарську підготовку макетів, характеристики чорнил та матеріалів, які задруковуються). Не існує державних нормативних документів, які б регламентували широкоформатний друк. Немає номенклатури показників, за якими можна оцінити якість друкування широкоформатної продукції, не існує узагальнених методик комплексної оцінки якості широкоформатного друку. Все це обумовлює необхідність та актуальність представленої роботи.

Метою роботи є дослідження особливостей широкоформатного друку та оцінка якості відбитків отриманих за допомогою УФ-друку та сольвентного друку на різних типах матеріалів.

Об'єктом дослідження є технології широкоформатного друку ультрафіолетовими та сольвентними чорнилами на різних видах матеріалів (папері, плівці та банерній тканині).

Предмет дослідження – вимоги до рекламної продукції, виготовленої на просвітному папері, банерній тканині та самоклеючій плівці; основні технологічні режими друкування ультрафіолетовими та сольвентними чорнилами; показники якості широкоформатного друку.

Для реалізації поставленої мети в атестаційній роботі магістра необхідно вирішити наступні задачі:

- огляд і аналіз літературних джерел, що охоплюють область широкоформатного струминного друку;
- дослідження особливостей технологій та матеріалів, які використовуються для широкоформатного друку;
- вивчення вимог діючих нормативних документів, регламентуючих процес широкоформатного друку та практичних рекомендацій виробників рекламної продукції та виробників плотерів;
- визначення номенклатури показників якості для оцінки широкоформатного друку;

- розробка тест-об'єкта для визначення якості налаштування принтера, а також якості обраних матеріалів;
- експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах;
- розробка методики комплексної оцінки якості друкування в широкоформатних плотерах;
- аналіз отриманих результатів;
- надання рекомендацій щодо покращання процесу широкоформатного друку для поліграфічного підприємства.

Для об'єктивного оцінювання якості друку необхідно використовувати не тільки кількісну оцінку обраних показників якості, але й експертне оцінювання суб'єктивних параметрів, які впливають на якість отриманої продукції.

Експериментальні дослідження будуть проводитись в умовах діючого поліграфічного підприємства, яке спеціалізується на виготовленні широкоформатної продукції і має своєму парку обладнання широкоформатні плотери. Друкування виконується на матеріалі, який використовується у виробничому процесі. Це дозволить виявити проблемні місця щодо якості широкоформатного друку на цьому підприємстві та надати необхідні рекомендації.

2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ДРУКУ

2.1 Методи контролю та оцінки якості

Методи контролю та оцінки якості продукції на поліграфічних підприємствах класифікуються залежно від способів визначення показників якості. Можна виділити три групи методів: експертні, метрологічні і статистичні.

Експертні методи засновані на використанні знань і досвіду групи експертів або спостерігачів. Експерт розглядає в натуральному або збільшеному вигляді повне зображення на відбитку, або його окремі елементи, і в результаті візуального спостереження визначає розміри відхилення контрольного показника від норми. На етапі поопераційного контролю цей метод застосовується для оцінки відповідності окремих параметрів еталонному зразку. Для забезпечення об'єктивності отриманих даних можуть застосовуватися елементи статистичних та метрологічних способів контролю.

До експертних методів можна також віднести соціологічний спосіб контролю. Він передбачає збір і аналіз думок про якість продукції фактичних або можливих споживачів і дозволяє прогнозувати потреби ринку, стимулювати підвищення якості продукції і т.д.

Метрологічна група включають інструментальний, розрахунковий та реєстраційний методи.

Інструментальний метод ґрунтується на використанні технічних засобів імірювальної техніки та характеризується об'єктивністю отриманих результатів.

Реєстраційний метод має на увазі спостереження і підрахунок числа певних подій, предметів або витрат. Цим методом визначаються показники уніфікації, патентно-правові показники та ін. До реєстраційних методів, використовуваних в поліграфії, можна віднести резольвометрію – метод кількісної оцінки здатності фотошарів передавати окремо дрібні елементи

оптичного зображення, створюваного на світлочутливому шарі фотоматеріалу, тобто визначення роздільної здатності або лініатури.

В основі розрахункового методу лежить використання теоретичних або емпіричних залежностей показників якості продукції від її параметрів.

Методи статистичної групи – це методи, в яких експериментальні дані обробляються із застосуванням теорії ймовірності та математичної статистики. Вони можуть використовуватися на всіх стадіях виробництва: при вхідному, операційному і приймальному контролі. Статистичний контроль гарантує допустимий брак в межах 0,3 – 1,0% і швидко окупається. Трудомісткість його становить 40 – 50% суцільного контролю.

Результати аналізу вище викладених методів контролю якості поліграфічної продукції представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Переваги і недоліки методів контролю якості

Найменування	Переваги	Недоліки
Експертні	Можуть використовуватися в тих випадках, коли неможливо або важко визначення значень показників метрологічними методами.	Отримані результати залежать від кваліфікації і досвіду експертів і носять суб'єктивний характер.
Метрологічні	Висока точність, швидкодію, ефективність, об'єктивність отриманих результатів.	Вимагають наявності дорогого обладнання та висококваліфікованого персоналу.
Статистичні	Дозволяють відслідковувати відхилення параметрів технологічного процесу безпосередньо в ході виробництва тиражу, відобразити проблеми, встановити основні фактори, що вимагають дій.	Вимагають істотних витрат на спеціалізовану підготовку персоналу.

Статистичні методи за ступенем складності діляться на три категорії:

– елементарні статистичні методи: лист збору даних, гістограма, діаграма Парето, причинно-наслідковий діаграма (схема Ісікава), потокова діаграма, контрольна статистична карта Шухарта, діаграма кореляції;

– проміжні статистичні методи: теорія вибірових досліджень, статистичний вибіровий контроль, методи проведення статистичних оцінок і

визначення критеріїв, метод застосування сенсорних перевірок, метод планування експериментів;

– передові (з використанням ЕОМ): передові методи планування експериментів, багатофакторний аналіз, методи дослідження операцій.

Переваги та недоліки статистичних методів контролю якості представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Переваги і недоліки статистичних методів контролю якості

Найменування методу	Переваги	Недоліки
Лист збору даних	Зручність і простота використання, скорочення витрат часу на аналіз.	Тільки фіксує дефекти
Гістограма	Наочність, можливість роботи з граничними значеннями параметра	Вимагає великої кількості статистичних даних
Передача потокового діаграма	Дозволяє описувати альтернативні шляхи розвитку подій і процеси усунення дефекту	Розглядає дефект за принципом «є / немає»
Причинно-наслідковий діаграма	Наочність представлення причинно-наслідкових зв'язків проблеми і впливають на неї факторів	Відсутні правила перевірки в зворотному напрямку – від слідства до причини
Діаграма Парето	Дозволяє розділити фактори впливу на суттєві і несуттєві	Вимагає великої кількості статистичних даних
Діаграма кореляції	Встановлює принципи взаємодії пари параметрів, що полегшує визначення суті проблеми	Вимагає великої кількості статистичних даних
Контрольна карта	Дозволяє попередити виникнення дефектів.	Складність побудови, вимагає великої кількості статистичних даних

Слід зазначити, що всі методи працюють з кількісним виразом критеріїв якості, тобто для їх використання необхідно висловити характеристики об'єкта оцінювання кількісно.

В даному дослідженні будуть використовуватись метрологічні та експертні методи для оцінювання кількісних та якісних характеристик широкоформатного друку.

2.2 Класифікація показників якості

Рівень якості поліграфічної продукції прийнято розглядати як структуру показників, що характеризують її властивості.

Показник якості – це кількісна характеристика одного або декількох властивостей продукції, що розглядається відповідно до певних умов її створення та використання за призначенням [6, 7].

Залежно від виду продукції і технології її виготовлення формується номенклатура показників, які класифікуються за різними ознаками:

- по властивостям, що характеризують: показники призначення, надійності і довговічності, ергономічні, естетичні, технологічності, транспортабельності, стандартизації та уніфікації, патентно-правові, безпеки, однорідності, стійкості до зовнішніх впливів, екологічні, економічні;
- за методом вираження: виражені в натуральних одиницях, виражені в вартісних одиницях;
- за кількістю властивостей, що характеризують: поодинокі, комплексні (групові, інтегральні, узагальнені);
- по застосуванню в оцінюванні: базові, відносні;
- по стадії визначення: прогнозовані, проектні, виробничі, експлуатаційні.

Показники призначення характеризують властивості виробів, що забезпечують виконання ними основних функцій. Їх поділяють на класифікаційні, структурні і показники технічної досконалості.

Класифікаційні показники характеризують відношення виробів до вибраної групи згідно з прийнятою схемою їх класифікації. Наприклад, для засобів вимірювання і контролю – точність, діапазони вимірювання, для книг – їх обсяг, кількість ілюстрацій і т.д.

Структурні показники якості характеризують конструкцію виробу, склад комплектуючих частин, характер і способи з'єднань між окремими частинами і т.д. Для книжкових видань це, наприклад, кількість зошитів.

Показники технічної досконалості характеризують рівень використання для побудови виробів сучасних досягнень науки і техніки, технічну та економічну ефективність прийнятих конструкторських і технологічних рішень тощо. Такими показниками можуть бути: рівень використання засобів механізації та автоматизації праці, засобів обчислювальної, електронної, сенсорної техніки тощо.

Порівняння якості виробів за показниками призначення здійснюють тільки для однотипних виробів і за однаковими показниками їх якості.

Показники надійності описують здатність виробів зберігати в часі і заданих допустимих межах всі параметри їх якості відповідно до заданих умов їх використання, ремонту, зберігання і транспортування: безвідмовність у виконанні своїх функцій, ремонтпридатність, відновлюваність, зберігання протягом заданого часу і т.д.

Особливу увагу в умови ринкової економіки приділяється показниками естетичності. Вони характеризують інформаційну виразність, раціональність розмірів, кольорів, якість поверхонь, цілісність композиції, досконалість форми виробів. В якості критеріїв оцінки приймають вироби аналогічного призначення і типу, розроблені експертами. Естетичні показники якості виробів встановлюють спеціальні експертні комісії.

Стійкість виробів до впливу на них зовнішнього середовища – здатність зберігати задані властивості при впливі на них зовнішніх факторів (температури, атмосферного тиску, вологи, вібрацій, ударів, шуму, електричних і магнітних полів і ін.).

Екологічні показники. Показники впливу виробів на навколишнє середовище характеризують рівень шкідливих виділень, що виникають при їх використанні, зберіганні або транспортуванні.

Показники безпеки характеризують рівень небезпеки для людей і близьких до виробу об'єктів під час його використання, транспортування і зберігання.

До економічних показників якості відносять показники економного використання сировини, матеріалів, енергії, палива, трудових ресурсів. Їх переважно висловлюють за допомогою коефіцієнтів використання матеріально-трудо­вих ресурсів на одиницю продукції.

Показник якості виробу, що характеризує тільки одну властивість виробу, називається одиничним; показник, що характеризує одночасно кілька його властивостей – комплексним показником якості. Схема класифікації показників якості виробів за кількістю їх властивостей зображена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Класифікація показників якості

Груповий показник якості визначається сукупністю одиничних показників.

Комплексний показник якості виробу, який є відношенням сумарного корисного ефекту від його використання і витрат на його створення і використання, називають інтегральним.

Інтегральні і групові показники використовують для розрахунків узагальненого комплексного показника якості.

Поодинокі і комплексні показники еталону називають базовими. Порівняння зразків продукції із зразками здійснюється тільки за відносними показниками, що забезпечують прямо пропорційну залежність рівня якості від

їх значень. Абсолютні значення показників якості не застосовують, оскільки вони дають неоднозначні результати.

Не всі показники можна формалізувати, тобто висловити їх кількісно. Неформалізовані параметри мають якісну оцінку суб'єктивного характеру, а для отримання їх чисельної оцінки застосовують експертні методи.

Проведений аналіз досліджень за даною тематикою показує, що немає регламентованої номенклатури показників, за якими можна оцінити якість друкування широкоформатної продукції, не існує також узагальнених методик комплексної оцінки якості широкоформатного друку. В декількох роботах наведені досить ефективні методики комплексної оцінки якості друку для аналізу якості відбитків, які надруковані на струминному принтері [8]. Але вони зовсім не враховують особливості і вимоги широкоформатного друку та властивості матеріалів, які використовуються для зовнішньої реклами.

2.3 Вимірювальні засоби для контролю якості

Якість поліграфічної продукції залежить не тільки від рівня друкарського обладнання, але і від дотримання всіх технологічних режимів виробництва. Недотримання їх веде до втрати основних переваг перед конкурентами. Тому одним з основних завдань, що стоять перед технологом, є оснащення виробництва і лабораторії необхідним контрольно-вимірювальним обладнанням, яке допоможе виявити дефекти, встановити закономірності їх появи і видалити їх, тим самим прискорити процес виробництва і поліпшити його якість.

2.3.1 Денситометри

Американська компанія X-Rite є одним зі світових лідерів в розробці високотехнологічних засобів контролю якості для поліграфії. В даний час вона випускає широкий асортимент пристроїв, що дозволяють забезпечити

повноцінний контроль якості всього поліграфічного процесу. Одне з центральних місць в ряду приладів X-Rite для контролю якості поліграфічного процесу займають спектроденситометри відбитого світла X-Rite серії 500 – моделі 504, 508, 518, 520, 528 і 530. Всі моделі серії 500 мають ідентичну конструкцію і розрізняються лише версією прошивки, яка і визначає функціональність пристрою. Гідність такого підходу полягає в тому, що забезпечується простота апгрейда молодших моделей до старших. Все, що для цього буде потрібно, – купити відповідну версію прошивки, після чого можна з легкістю перетворити 504-ю модель в 530-ю [9].

На верхній панелі корпусу спектроденситометри X-Rite серії 500 є досить великий ЖК-дисплей для відображення результатів вимірювання і вибору функцій. Тут же розташовані і кнопки навігації по інтерактивному меню. Управляти пристроєм і всіма вимірювальними процесами можна однією рукою. У стандартну комплектацію спектроденситометра входить апертура діаметром 3,4 мм. Крім того, опціонально можлива комплектація апертурами 1,6; 2,0 і 6,0 мм. Додатково в комплекті зі спектроденситометрами можуть поставлятися поляризаційний і ультрафіолетовий фільтри, необхідні для зіставлення щільності відбитків, надрукованих «по сирому» і «по сухому», так як неоднакові властивості їх поверхності призводять до того, що оптична щільність сухого відбитка менше за щільністю сирого. При використанні поляризаційних світлофільтрів сухий відбиток вимірюється як сирий, що значно спрощує порівняння кольоропробного і тиражного відбитків.

Ультрафіолетовий фільтр застосовується при вимірюванні оптичної щільності паперів, в яких використовуються флюоресцентні оптичні відбілювачі. Такі відбілювачі переводять частину падаючого ультрафіолетового випромінювання в синю частину видимого спектру, в результаті чого підвищується коефіцієнт відображення, що призводить до візуального підвищення білизни поверхні.

Як уже зазначалося, основна відмінність моделей полягає в кількості підтримуваних ними функцій. Так, наймолодша модель, 504-я, являє собою

тільки денсітометр, в той час як модель 518 – це вже повнофункціональний спектроденситометр з можливістю визначення не тільки щільності кольорових відбитків по кожному з колірних каналів, але і кольори, відсотки растрової точки, ступеня розтискування, трепінгу, контрасту друку, балансу по сірому. Всі ці функції X-Rite 518 дозволяють здійснювати повний контроль усього процесу друку (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Спектроденситометр X-Rite 518

Як впливає з технічних характеристик (табл. 2.3) пристрою X-Rite 518, в приладах даної серії використовується геометрія вимірювання $45/0^\circ$. Це означає, що вимірювана ділянка освітлюється джерелом під кутом 45° (умови освітлення), а фотоприймач розташовується перпендикулярно до вимірюваної поверхні (умови спостереження).

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики спектроденситометра X-Rite 518

Основні властивості	Значення
Геометрія вимірювань	$45^\circ/0^\circ$ per ANSI, DIN & ISO Standards
Розмір апертури	стандартно 3.4 мм (2.0 мм, 6.0 мм, 1.6 мм – Micro-Spot опціонально)
Джерело світла	Gas Pressure @ 2856°
Діапазон вимірювань спектру	400 – 700 нм
Стандарти	T, E, I, A, G, Tx, Ax, Ex, Hi-Fi
Діапазон вимірювань	0.00D–2.5D; 0–160%R
Час вимірювання	1.4 секунди
Час розігріву	Не потрібно

Продовження таблиці 2.3

Основні властивості	Значення
Повторюваність	$\pm 0.005D$ для 0–2.0D, $\pm 0.010D$ для 2.0–2.5D, Polarized Yellow ± 0.010 для 0–1.8D, Micro-Spot $\pm 0.010D$ для 0.0–1.8D
Узгодженість приладів	0.01D або 1%
Інтерфейс	RS-232
Електроживлення	220 В, 50/60 Гц
Джерело живлення	Ni-MH battery pack, 4.8 V @ 1650 mAh
Час перезарядки джерела живлення	3 години
Габарити	(В) 81 мм x (Ш) 76 мм x (Д) 197 мм
Маса	1050 гр.
Можливість апгрейда	Возможность апгрейда до 520, 528, 530

2.3.2 Спектрофотометри

Спектрофотометр – прилад, призначений для вимірювання відносин двох потоків оптичного випромінювання, один з яких – потік, що падає на досліджуваний зразок, інший – потік, що випробував ту чи іншу взаємодію зі зразком. Дозволяє проводити вимірювання для різних довжин хвиль оптичного випромінювання, відповідно в результаті вимірювань виходить спектр відносин потоків. Зазвичай використовується для вимірювання спектрів пропускання або спектрів відбиття випромінювання.

Спектрофотометр представляє собою прилад, що реєструє, на відміну від денситометра, справжню інформацію про колір. При цьому видимий спектр випромінювання ділиться на велике число діапазонів, після чого в кожному окремому діапазоні за допомогою фотоприймача проводиться вимірювання інтенсивності. Як правило, прилади для побудови профілів калібруванню пристроїв комплектуються спеціальними шкалами колірного охоплення і оснащені автоподачею вимірюваних шкал (або координатним пристроєм).

За допомогою спектрофотометра можна вимірювати і таку характеристику друку, як баланс по сірому (Gray Balance). Для досягнення високої якості друку баланс сірого повинен постійно контролюватися і не сильно відхилятися від встановленого. Баланс по сірому визначається за

спеціальним елементу шкали для оперативного контролю друку. Раніше цей параметр контролювався «на око», але тепер ряд приладів може вимірювати баланс сірого, видаючи при цьому інформацію про необхідність додати або відняти той чи інший базовий колір. Спектрофотометр на виробництві може застосовуватися і для роботи з фарбами Pantone. За допомогою спектрофотометра також можна оцінити один з найважливіших параметрів при підписанні замовлень – ΔE , що характеризує відхилення колірному тону на відбитку від еталону (кольоропроби), підписаного замовником.

EyeOne XTreme – це рішення для управління кольором професійного рівня. Комплекс дозволяє з високою точністю проводити вимірювання і будувати профілі моніторів, RGB- і CMYK-принтерів, сканерів, цифрових камер і проекторів, а також редагувати профілі. EyeOne XTreme включає спектрофотометр EyeOne Pro, програмне забезпечення EyeOne Match з усіма доступними в цьому рішенні опціями, програмне забезпечення EyeOne Share, з яким ви отримуєте можливість вимірювати плашкові кольори, створювати і обмінюватися своїми кольорними палітрами, проводити вимірювання в ручному режимі для розрахунку колірних відмінностей, вимірювати зовнішню освітленість і фотоспалахи для перевірки відповідності стандартних умов [10].

Можливі два варіанти виконання спектрофотометра: UVcut (з вбудованим УФ-фільтром) і NoFilter (без фільтра). Приклад спектрофотометра представлений на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Спектрофотометр Eye-One Pro UV Cut

Також є функція демонстрації зміни кольору, наприклад в просторі Lab. Незамінний спектрофотометр і при складанні та зміні рецептури фарби. За допомогою нього проводиться «ідентифікація» вихідних матеріалів і напівфабрикатів (матеріал, що запечатується, фарба, розчинник і т.д.) і отримані колористичні дані потрапляють в програму для складання рецептури, де при обліку всіх параметрів і варіацій (наприклад, при заміні зв'язуючого або розчинника) проводиться складання рецептури фарби [11]. Технічні характеристики даного спектрофотометра представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики спектрофотометра Eye-One Pro UV Cut

Основні властивості	Значення
Спектральний діапазон	380 – 730nm
Фільтр	UV-Cut фільтр
Апертура	4.5mm
Діапазон вимірювань	0 ... 300 cd / m ²
Інтерфейс	USB
Комплект:	i1Pro UVcut спектрофотометр; насадка для вимірювання колірної температури навколишнього світу (Ambient light measurement head); моніторний держатель (Monitor holder); мішень для позиціонування (Positioning target); скануюча лінійка (Scanning ruler); ПО i1Profiler v1.x для моніторів; PANTONE Color Manager

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ШИРОКОФОРМАТНОГО ДРУКУ

3.1 Сфери використання широкоформатного друку

Широкоформатний друк сьогодні застосовується практично повсюдно. Він може використовуватися для друку великих креслень, реклами, декорування приміщення, промислового друку на тканині і друку на готових виробках, виготовлення кольоропроб і багато чого іншого [12].

Сучасні пристрої дозволяють друкувати дрібні деталі з високою точністю і на дуже широкому спектрі матеріалів, включаючи папір, плівки, будівельну сітку і тканини. Поняття «широкоформатний друк» – дуже об'ємне і має на увазі зовсім різні технології.

У загальних рисах, сучасний широкоформатний принтер – це цифровий пристрій, що під управлінням комп'ютера розпорошує чорнило в задане місце на запечатуваному матеріалі, формуючи таким чином зображення.

Чіткого визначення, яке саме обладнання вважати широкоформатним, немає. Для багатьох користувачів лист, більше за розміром, ніж офісний А4, – це вже лист великого формату. Але як правило, під широкоформатним друком вважається виготовлення відбитків, форматом більше А0 (841×1189 мм).

Тобто, згідно цього визначення, обладнання, яке по ширині друку перевершує найбільшу офсетну машину, і є широкоформатне. Деякі фахівці також відштовхуються від ширини друку в 18 (45 см) або 24 дюйм (близько 61 см).

Найчастіше в широкоформатному друці замість окремих листів використовується матеріал в рулонах. Це означає, що довжина відбитка може бути практично необмеженою. Готовий відбиток автоматично змотується в рулон або ж відрізається (вручну або автоматично) до потрібної довжини аркуша. У високотехнологічних моделях подача здійснюється відразу з декількох рулонів, що прискорює робочий процес (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Приклад широкоформатного друку на рулонному матеріалі

Окремий вид широкоформатних принтерів оснащений спеціальними столами, на яких розміщуються тверді матеріали. Друкуючі головки в цьому випадку переміщуються над матеріалом. Також обладнання може бути комбінованим – подача матеріалу в зону друку здійснюється за рахунок конвеєрної стрічки, розміщеної над нерухомим столом [13].

У гібридних моделях є спеціальний механізм для перемикання між рулонним та листовим матеріалом.

Світ широкоформатного друку продовжує розвиватися. З новими технологіями приходять нові можливості і нові потреби. Широкоформатний друк можна умовно розділити на два типи: інтер'єрна графіка і зовнішня реклама. Окремий напрямок – друк на тканині і готових виробках.

Під інтер'єрної графікою мається на увазі оформлення місць продажів і всіляке оформлення приміщень. Прикладів подібної продукції – безліч: це і фотошпалери, і стендові конструкції та постери, і репродукції та багато іншого.

Для таких видів продукції не можна використовувати сольвентний друк, оскільки вироби виділяють шкідливі пари. При цьому для підвищення стійкості не потрібна додаткова обробка.

Різні рекламні конструкції, які використовуються зовні (білборди, сітілайти тощо), найчастіше друкуються сольвентними чорнилами, тому не бояться УФ-випромінювання, вологи і складних погодних умов.

Прямий широкоформатний друк на тканині – дуже популярний сучасний напрям. Він дозволяє виготовляти різні рекламні конструкції, елементи оформлення місць продажів, прапори, а також використовується для пошиття дизайнерського одягу. Також цей вид друку застосовується для виготовлення спецодягу, футболок та інших текстильних виробів.

Основне застосування широкоформатного друку: інтер'єрна графіка, зовнішня реклама, друк на тканині, друк на готових виробах.

3.2 Технології широкоформатного друку

Широкоформатний друк 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, щоб уникнути його повторного застигання.

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. Їм додатково

повідомляється електричний заряд, і краплі, які не повинні потрапити на поверхню, яка задруковується, повертаються в резервуар з барвником.

Найбільш поширений сьогодні метод подачі крапель на вимогу, тобто, тоді, коли чорнило потрібно нанести на конкретну ділянку матеріалу. Сам процес розпилення чорнила буває двох типів: термічний і п'єзоелектричний (рис. 3.2). У термічних пристроях присутній нагрівальний елемент. Під впливом високої температури в барвнику утворюються бульбашки газу, які проштовхують краплі чорнила через сопло. Така технологія використовується, наприклад, в рішеннях Canon і HP.



Рисунок 3.2 – Технологія викиду краплі в термічних пристроях

Окремий різновид термічного струменевого друку – технологія Memjet, розроблена фахівцями компанії Silverbrook Research. Її особливість –нерухома друкувоча голівка, що охоплює всю ширину носія. Це складовий вузол, що збирається з окремих секцій, шириною по 2 см. Принтери з технологією Memjet – найбільш швидкісні (305 мм/с при дозволі 1600x800 dpi).

У рішеннях Epson використовується п'єзоелектрична технологія (рис. 3.3). В процесі друку електричний сигнал посилається на картридж і

провокує зміну форми п'єзоелектричного кристала, розміщеного всередині, що і спричиняє за собою видавлювання краплі чорнила [13].

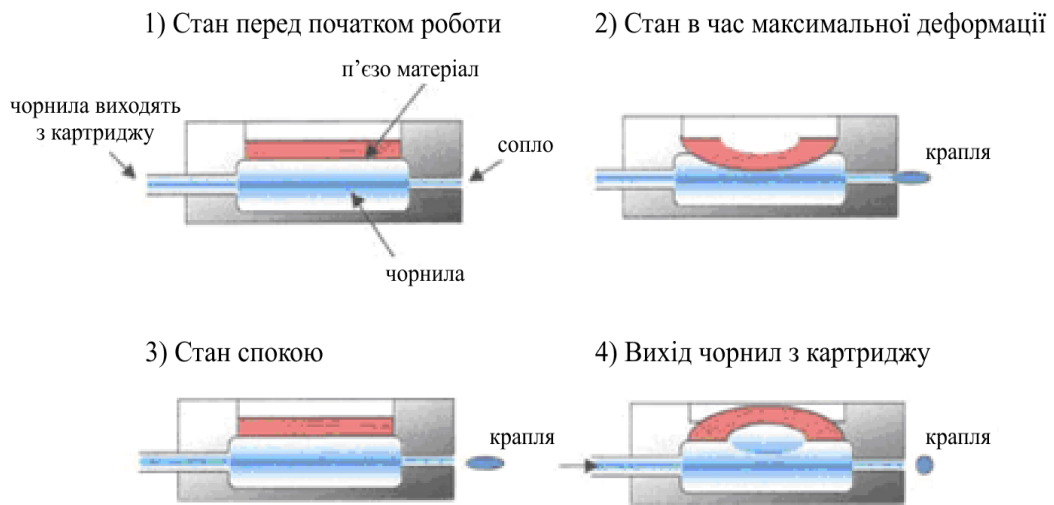


Рисунок 3.3 – Технологія викиду краплі в п'єзоелектричних пристроях

3.3 Чорнила

Склад використовуваних в струменевих принтерах чорнил істотно відрізняється за характеристиками (табл. 3.1) і застосуванням (рис. 3.4).

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика водних, пігментних і пігментованих чорнил

Показники	Водні чорнила	Пігментні чорнила
Основні властивості	Здатні розсіювати падаюче світло і глибоко проникати в волокна паперу.	Надійно закріплюються на поверхні паперу, не проникаючи в його глибинні шари.
Переваги	Мають низьку вартість. Дозволяють легко відновити друкуючу головку картриджа після утворення в її соплах легких засмічень або чорнильних пробок.	Дозволяють отримати високоякісні відбитки, які володіють високою світлостійкістю і вологостійкістю. Якість друку не залежить від сорту паперу.
Недоліки	Якість друку сильно залежить від сорту паперу. Надруковані матеріали видають тільки на щільному дорогому папері, на тонкому папері відбитки виходять блідими.	Мають високу вартість. Друкуючу голівку, сопла якої засмічені загустілими або засохлими пігментними чорнилами, складно відновити.

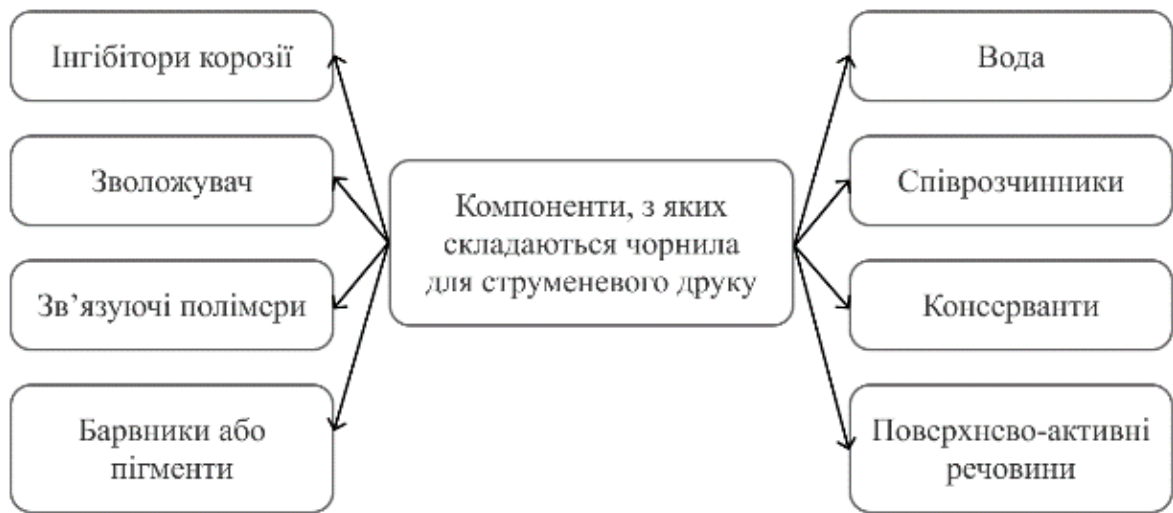


Рисунок 3.4 – Компоненти чорнила для струменевого друку

Досить поширене використання водних чорнил. Хоча термін «водні» – трохи помилковий. Пігмент розміщується в розчині носія, який не завжди є саме водою. Наприклад, в рішеннях Kodak – це рідина на основі сої.

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.

Тут можуть використовуватися різні матеріали на зразок полотна або тканини. Однак будь-який матеріал потрібно обробити, щоб чорнило в нього вбралося і утримувалося.

Різновид водних – пігментні чорнила. Вони відрізняються більш тривалим терміном використання і насиченим кольором (рис. 3.5).

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.

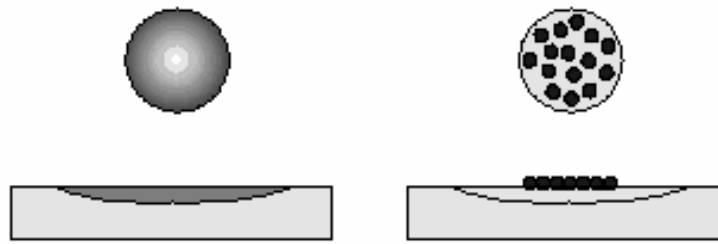


Рисунок 3.5 – Розміщення на папері водних (зліва) і пігментних чорнил (праворуч)

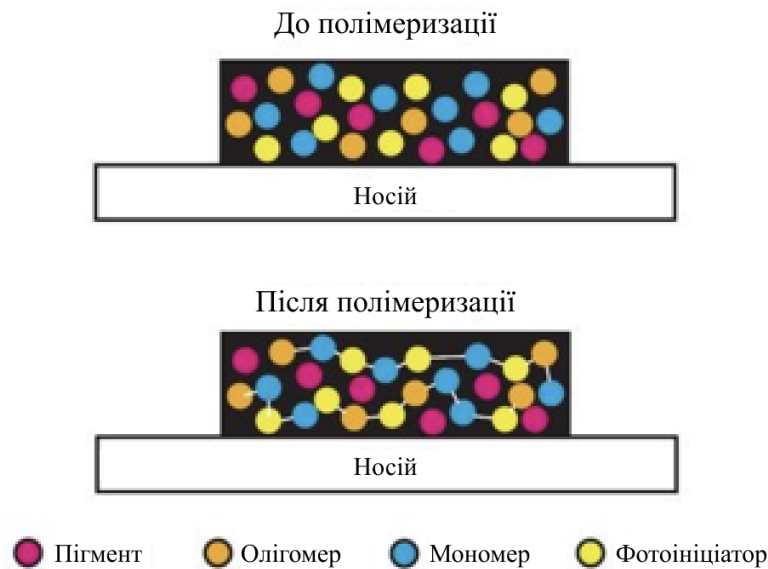
Сольвентні чорнила дозволяють отримати дуже міцне і стійке до подряпин, води та УФ-випромінювання зображення. Шкідливі випари – головний недолік такого виробництва.

Різні виробники використовують різні хімічні компоненти, тому іноді мова йде про «справжній» сольвент, а іноді – про «м'який» сольвент і «екосольвент» (табл. 3.2). У екосольвентних рішеннях використовуються гліколеві ефіри, які повільніше висихають. Екосольвентні чорнила менш токсичні, але і не такі стійкі [13].

Таблиця 3.2 – Порівняння основних видів сольвентних чорнила

Види сольвентних чорнил	Вміст розчинника	Шкідливий вплив на людину
Жорсткі сольвентні чорнила	Дуже високий	При вдиханні парів таких чорнил з'являється запаморочення, дере в горлі.
М'які сольвентні чорнила	Знижений	Не містять отруйного циклогексанону, тому менш небезпечні для людини.
Екосольвентні чорнила	Мінімальний	Шкідливий вплив на людину мінімальний.
Біосольвентні чорнила	Відсутній	Не надають шкідливого впливу на людину.

Низку переваг мають у своєму розпорядженні і 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 (рис. 3.6). При цьому виходить дуже яскраве зображення з живими кольорами.



Чорнила, що твердіють за допомогою УФ, до та після полімеризації

Рисунок 3.6 – УФ-чорнила до і після полімеризації

При УФ-друці не потрібна спеціальна підготовка носіїв, що істотно заощаджує кошти. Закріплення відбувається дуже швидко, при цьому виходить дуже стійке зображення. УФ-чорнила дозволяють задруковувати практично будь-яку підкладку, включаючи гофрокартон, скло, дерево, вініл, кераміку, метал (табл. 3.3). Правда, певні складнощі можуть виникнути з матеріалами, що тягнуться, наприклад, плівкою для обклеювання автомобілів.

Таблиця 3.3 – Фактори ризику для організму людини при друкуванні струменевими УФ-чорнилами

Фактори	Склад факторів
Джерело випромінювання	У більшості ультрафіолетових ламп використовуються пари ртуті, отруйні для людини. Тому слід уникати пошкодження приладів і утилізувати відпрацьовані лампи відповідно до встановлених норм.
Озон	У малих кількостях озон корисний, у великих може викликати головний біль, нудоту, сухість носоглотки. Тому при використанні в високопродуктивних струменевих друкуючих пристроях потужних ультрафіолетових ламп слід оснастити робочу зону витяжкою.
Випромінювання	Типовим ефектом від використання ультрафіолетових ламп може стати засмага. Але її симптоми можуть з'явитися не відразу, а через кілька годин після опромінення. Особливо шкідливе УФ-випромінювання для очей, тому оператору слід уникати прямих поглядів на працюючу лампу і стежити за справністю захисних щитків, встановлених на принтері.

Останні розробки в області струменевого друку привели до появи латексних і полімерних чорнил. Основний інгредієнт – вода, проте як сполучник використовується латекс або полімер (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Переваги та недоліки латексних чорнил

Переваги латексних чорнил	Недоліки латексних чорнил
1. Не мають запаху; 2. Не проникають всередину носія, що дозволяє використовувати їх при двостороннього друку; 3. Не бояться прямих сонячних променів, вологи, перепаду температур; 4. Латекс забезпечує еластичність зображення, яке не обсипається навіть з гнучких носіїв.	1. Краплі латексних чорнил мають великий розмір (12 пкл), тому їх не використовують для фотодруку; 2. Нагрівання носія під час друку до температури 60-110 ° С не дозволяє використовувати термочутливі матеріали; 3. Латексні чорнила не можуть друкувати на жорстких носіях.

Ключова особливість даного рішення – це використання латексних чорнил, до складу яких входять: вода, пігменти, розчинник, стабілізатори та полімери зі штучного латексу. При цьому водна основа не робить їх менш стійкими до впливу навколишнього середовища, а навіть навпаки – 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.

Розбираючись докладніше в складі чорнила можна виділити дві основні складові: тверду і рідку. Тверда в своєму складі містить полімер – латекс, який відповідає за стійкість і довговічність, і пігмент з колірними і фарбувальними властивостями. Рідка складова – це вода, яка становить приблизно 70% чорнила і пов'язує всі елементи між собою. Розчинник становить приблизно 29% рідкого середовища і повністю випаровується при нагріванні під час друку, він прискорює висихання чорнила, а стабілізатори – оптимізують плинність чорнила і складають 1% рідини.

Приклад розподілу різних видів чорнил на поверхні наведений на рисунку 3.7.

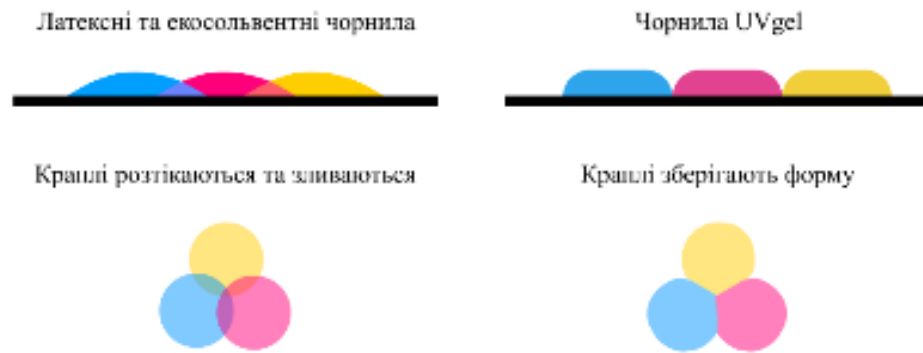


Рисунок 3.7 – Порівняння крапель різних видів чорнил

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.

Латексний друк, як і друк чорнилом на водній основі, не завдає шкоди навколишньому середовищу. При цьому придатний як для внутрішнього, так і зовнішнього застосування.

4 АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

4.1 Фактори, що впливають на якість друку

Друк – процес складний і трудомісткий, що складається з великого числа дрібних операцій, тому на якість кінцевого продукту впливають кілька факторів. Кожен з цих факторів може кардинально змінити якість.

Якість друку у великій мірі залежить від підготовки, виконаної на додрукарській стадії, способу друку, обладнання, що застосовується, а також активностей використовуваних матеріалів (рис. 4.1) [14].

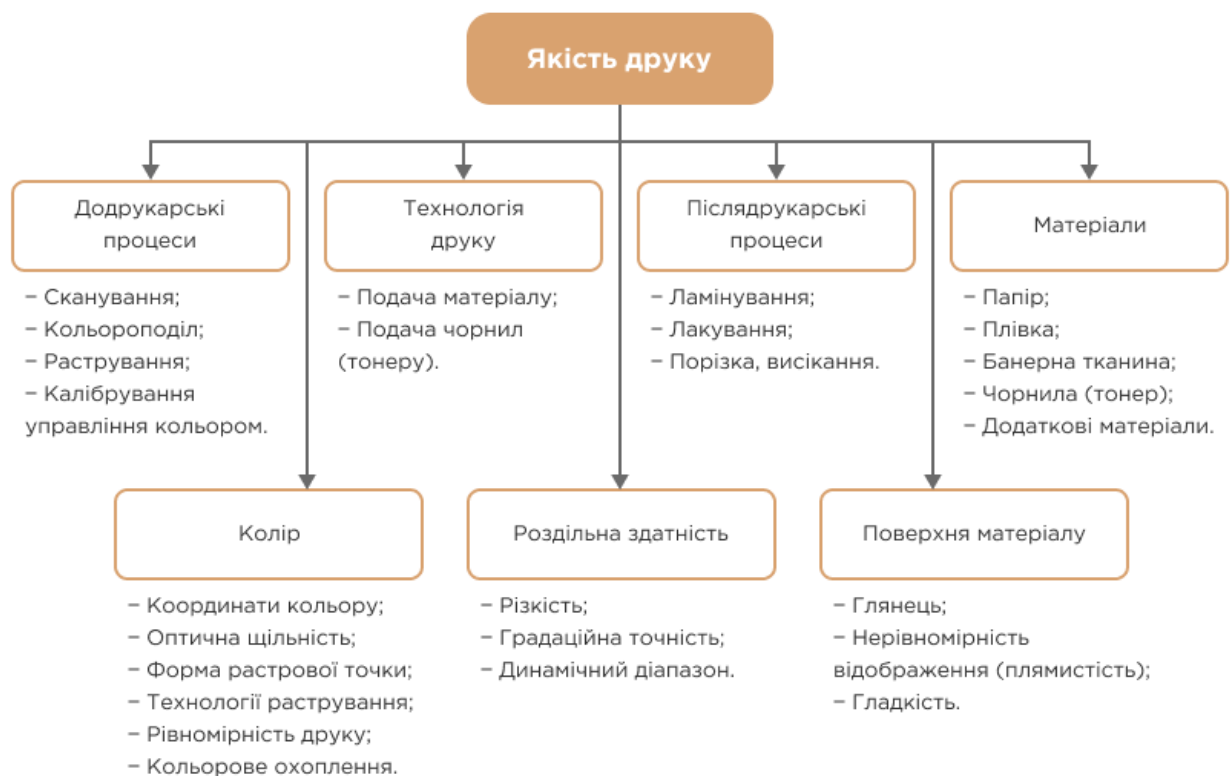


Рисунок 4.1 – Фактори и параметри, які впливають на якість друку

Для комплексної оцінки якості широкоформатного друку спочатку треба вибрати і обґрунтувати перелік параметрів та показників, за якими проводиться оцінка. Потім для кожного показника визначається еталонне

значення і критерій оцінки. Простіше кажучи, потрібно чітко уявляти, що оцінювати, як вимірювати і з яким еталоном порівнювати.

Для цифрового друку після аналізу літератури визначено 13 показників, що беруть участь в комплексній оцінці [8].

1. Оптична щільність фону.
2. Рівномірність друку.
3. Градаційна передача.
4. Оптична щільність зображення.
5. Дозвіл друку.
6. Роздільна здатність в чорному кольорі.
7. Роздільна здатність в кольорах палітри.
8. Оцінка якості відтворення шрифтів.
9. Колірне охоплення друку.
10. Відтворення пам'ятних кольорів.
11. Фактура поверхні відбитка.
12. Глянець відбитка друкувального пристрою.
13. Адгезія тонера (чорнила) до паперу (матеріалу).

Дані методики не враховують точність відтворення кольорів при друці. Широкоформатний друк використовується в основному для виготовлення рекламної продукції, для якої правильність і точність відтворення кольорів дуже важлива. Тому прийнято рішення додати параметр «Точність відтворення кольорів». Даний параметр визначає точність відтворення кольорів основних кольорів і пантонних.

Не всі ці показники необхідно включати в розрахунок комплексного показника, деякі з них важко нормувати (наприклад, «Відтворення пам'ятних кольорів») і можна застосувати тільки експертні методи, деякі можна оцінити органолептичними методами (наприклад, «Фактура та глянець відбитка»).

4.2 Визначення переліку показників якості широкоформатного друку

4.2.1 Роздільна здатність принтера

Основний показник якості – роздільна здатність принтера (кількість точок фарби на дюйм матеріалу – dots per inch (dpi)).

На якість впливає не тільки програмне розташування точки принтера. Кількість сопел і розмір чорнильної краплі – також важливі змінні. Наприклад, принтери з краплею в 50 пл не можуть генерувати дозвіл більше 360 dpi. Тому зусилля виробників спрямовані на мінімізацію краплі. Наприклад, один з лідерів – компанія Epson – випускає пристрої з дозволом 2880x1440 dpi і розміром краплі в 3,5 пл. Найбільш відомі виробники широкоформатних принтерів комплектують обладнання друкуєчими головками, які генерують краплі трьох обсягів – 4, 14 і 35 пл. Краплі малого обсягу формують високоякісне зображення з високою роздільною здатністю (360, 540, 720, 1080, 1440 dpi), а великі краплі використовуються при високошвидкісному виведення зображення і друку протяжних однорідних монохромних заливок. Алгоритм розподілу великих крапель забезпечує високу щільність растра шляхом зменшення відстаней між точками.

Практичні рекомендації виробників широкоформатної продукції щодо роздільної здатності друкування наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Практичні рекомендації для друкування широкоформатної продукції

№ п/п	Вид зображення (поліграфічної продукції)	Рекомендована роздільна здатність
1	зображення з фотографічною якістю	300-400 dpi
2	зображення сіті-форматів, банери (1,2x1,8м)	75-150 dpi
3	зображення розміром 6x3 м	35-45 dpi;
4	великі брендмауери	20 dpi

Після аналізу практичних рекомендацій поліграфічних підприємств вирішено не включати даний показник у комплексну оцінку широкоформатного друку, тому що роздільна здатність досліджуваних принтерів набагато більша за наведену в рекомендаціях.

4.2.2 Колірне охоплення

Цей показник дозволяє оцінити максимальну кількість кольорів, які здатна відтворити система. Для порівняння кольірних охоплень різних відбитків математично, необхідно розрахувати площу проекції кольорного охоплення на площину $a*b*$, і графічно на тій же площині. Прийнято, що площа проекції кольорного охоплення в системі CIE Lab на площині $a*b*$ пропорційна кольорному охопленню. Площа цієї проекції може бути розрахована за допомогою формули Герона:

$$S_{\text{тр}} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \quad (4.1)$$

де a, b, c – вершини трикутника;

p – величина напівпериметра трикутника, яка дорівнює

$$p = \frac{a+b+c}{2}.$$

Площу шестикутника обчислимо як суму площ чотирьох трикутників:

$$S = \sum_{i=1}^4 S_{\text{тр } i}. \quad (4.2)$$

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

охоплення сольвентного та УФ-друку буде наведений в експериментальній частині. Приклад колірної охоплення для різних пристроїв наведений на рисунку 4.2.

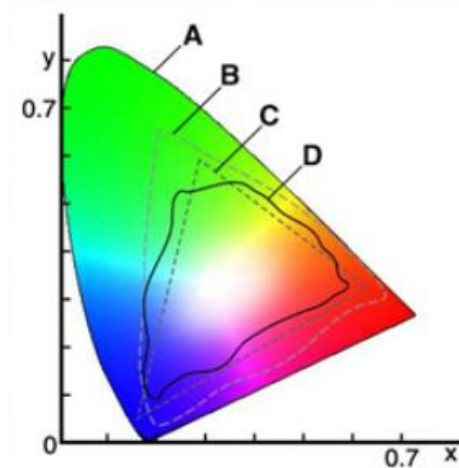


Рисунок 4.2 – Графічна інтерпретація колірної охоплення:
 А – людського ока; В – цифрової фотокамери; С – монітора;
 D – струменевих принтерів

Перші струменеві принтери оснащувалися колірною схемою СМУ з трьома базовими кольорами: блакитним, пурпуровим і жовтим (Cyan, Magenta і Yellow). Однак змішання цих кольорів на практиці не дозволяє отримати чистий чорний, тому треба буде ввести в схему додаткові чорне чорнило. В результаті з'явилася найбільш популярна сьогодні колірна схема СМУК, що складається з чотирьох кольорів: блакитного, пурпурного, жовтого і чорного (Cyan, Magenta, Yellow і Black).

Однак така чотириколірна схема не дозволяла отримувати якісні фотографії і передавати півтони. Тому треба було ввести два додаткових кольори: блідо-блакитний і блідо-пурпуровий. Отримана колірна схема отримала назву шестикольорної (шестибарвної) схеми СМУК. Введення додаткових кольорів дозволило розширити кількість відтінків, домогтися плавних колірних переходів, природних відтінків і підвищити якість друку.

Однак не всі проблеми були вирішені. Особливо це стосувалося зелених та помаранчевих відтінків. Тому з'явилася додаткова варіація шестифарбні схеми – з помаранчевими і зеленими чорнилами.

Слідом за цим з'явилася і восьмифарбова схема. Крім чотирьох стандартних кольорів CMYK, в неї увійшли: блідий блакитний, блідий пурпурний, помаранчевий і зелений. Але і ця схема не стала стандартом. З розвитком технологій, кожен виробник вводить свої додаткові кольори, щоб домогтися найкращого ефекту і якості друку. Наприклад, деякі виробники (Epson, Canon) випускають 12-барвні моделі, що дозволяє значно розширити колірне охоплення (рис. 4.3) [13].

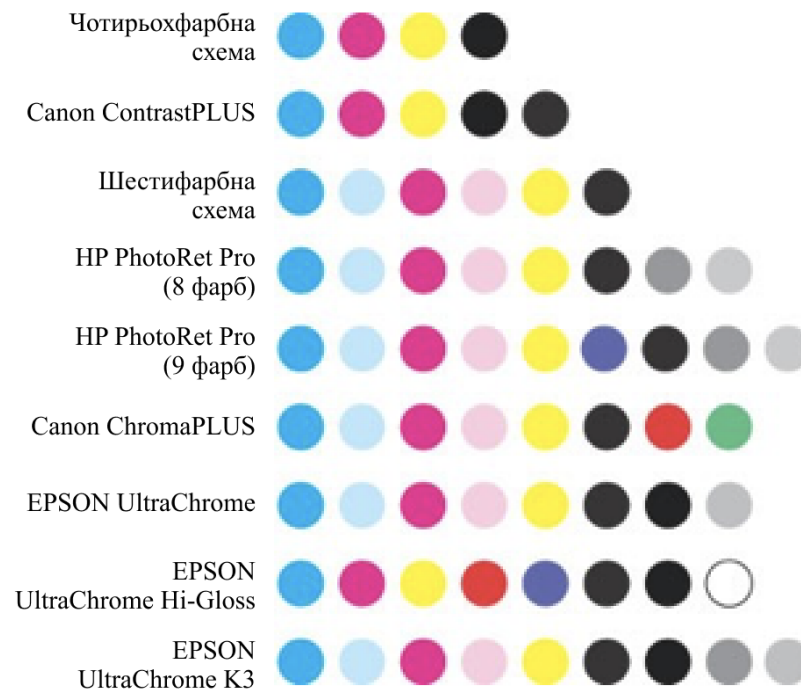


Рисунок 4.3 – Восьмифарбові схеми струменевого друку

Основні параметри, що характеризують колірне охоплення принтера:

- значення оптичної щільності для чорної плашки на різних матеріалах;
- значення оптичної щільності для кольорових плашок на різних матеріалах;
- показник розміру тіла колірного охоплення принтера (чим він вищий, тим більше кількість різних кольорів в змозі відтворити принтер на даному матеріалі);

- відсоток відтворених кольорів з бібліотеки Pantone Solid Coated v.2 (з допуском менш 6dE);
- відсоток відтворюваних основних кольорів;
- точність відтворення основних та пантонних кольорів;
- динамічний діапазон.

4.2.3 Оптична щільність фону та зображення

Оптична щільність фону (чистота фону) контролюється по пробільним елементам. В ідеальному випадку фону на відбитку бути не повинно, але стандарт ISO 12647-2 вказує типові значення оптичної щільності фону до 0,07 D для крейдованого паперу. Це значення можна взяти за еталонне, тому що матеріали, на яких здійснювався друк, мають нижчі показники білизни.

Оскільки білизна незадрукованих частин матеріалу впливає на якість відбитка, були проведені вимірювання оптичної густини фону для кожного зразка. Вимірювання здійснювались у незадрукованій частині посередині роздрукованого аркуша.

Дослідження оптичної густини зображення. Показник міри чорноти відбитку визначається за значенням оптичної густини чорної плашки. Для дослідження оптичної густини зображення необхідно провести заміри чотирьох основних кольорів [15].

4.2.4 Рівномірність друку

Оцінка рівномірності задрукованої плашки особливо важлива при друкуванні зображень з суцільними ділянками. Звичайно, сучасний цифровий друк вже не містить явного дефекту нерівномірності друку, але цей параметр слід контролювати, що підтверджують багато дослідників якості друку. Для кожного зразка проводились вимірювання значення оптичної щільності

чорних плашок по всьому полі зображення [8]. Рівномірність друку обчислюється за значенням середньоквадратичного відхилення за формулою:

$$M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{\text{сер}})^2}{n-1}}, \quad (4.3)$$

де M – показник макронеоднорідності друку;

D_i $D_{\text{сер}}$ – значення оптичної щільності i -го поля плашки і середнє значення оптичної щільності вимірюваних плашок;

n – кількість полів вимірювання.

4.2.5 Градаційна точність

Один з найважливіших показників якості оцінюється за кількістю переданих півтонів. Пропонується використовувати шкалу з різними відносними розмірами растрової точки 0-100%.

Градаційна точність визначається за характером передачі півтонів (градація зображення) і рівню оптичної щільності зображення.

У нашому випадку еталонним зразком виступає оригінал тестової смуги, виконаний в електронному вигляді. Оскільки ідеальна градаційна передача описується графіком прямої лінії, то значення даного показника дорівнює:

$$G = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - i * D_{\text{max}})^2}{n-1}}, \quad (4.4)$$

де D_i – оптична щільність плашки, яка залита на i -тій ділянці, %.

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

4.2.6 Роздільна здатність в чорному кольорі та в основних кольорах

Цей показник визначають по тест-об'єкту Бурмістрова (рис. 4.4), що складається з штрихових елементів, розділених на групи. У кожній групі представлені 4 штрихових елемента в формі квадрата зі стороною 2 мм. Штрихові елементи в кожній групі розташовуються під різними кутами: 0° , 90° і 45° в одну сторону, 45° в іншу. Оскільки їх розміри однакові, кількість штрихів в них різний і змінюється від 4 до 17 з дотриманням правила однаковості ширини штрихів і прогалін. На відбитку за допомогою лупи встановлюють ту групу штрихових елементів, в якій ще можна знайти чітку роздруківку всіх штрихів. Потім вважають кількість штрихів в одному з 4-х елементів і обчислюють роздільну здатність розподілом отриманої кількості на 2 (розмір сторони квадрата).

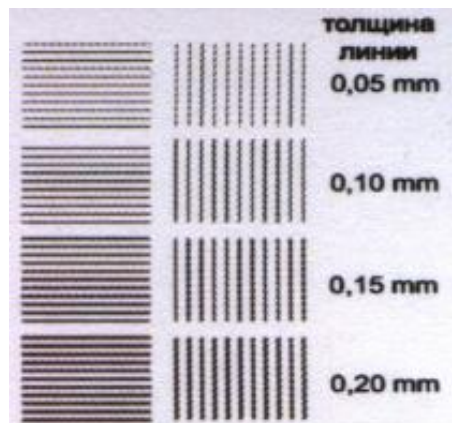


Рисунок 4.4 – Тест-об'єкт Бурмістрова

Роздільна здатність основних кольорів являє собою набори поздовжніх, поперечних, похилих, хвилястих і пересічних ліній різних кольорів. Сплетені багатобарвні лінії повинні відрізнятися яскравістю і чіткістю (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Набір ліній різних кольорів

4.2.7 Оцінка якості відтворення шрифтів

Даний тест дозволяє оцінити якість друку текстового матеріалу, набраного шрифтом із зарубками або шрифтом без зарубок (наприклад, Times New Roman і Arial, відповідно). Кеглі шрифтів можуть зменшуватися від 72pt до 2pt.

Результат тесту – мінімальний кегль шрифтів, який можна прочитати (розмір в пунктах), якість друку криволінійних і похилих елементів літер. Під читабельністю шрифту мається на увазі збереження цілісності основних елементів літер (відсутність «запливів» елементів або розривів літер).

Під час оцінки якості кольорового друку необхідно також дослідити відображення тексту в кольорі, а також додати «виворотку» – друк білим кольором на чорному або кольоровому фоні.

4.2.8 Відтворення пам'ятних кольорів

Відтворення пам'ятних кольорів – це властивість системи відтворювати кольори, ступінь відповідності подання яких спостерігачем оцінюється візуально (наприклад, колір неба, зелені, тілесний, помаранчевий, лимонний).

Як правило, даний тест складається з добірки фотографій, характерних для оцінки вірності передачі кольору, насиченості і детальності зображень. Виконується візуальна оцінка групою експертів.

Пам'ятні кольори – це кольори добре знайомих предметів, які часто зустрічаються в повсякденному житті. Пам'ятні кольори є невід'ємним атрибутом тих або інших предметів, наприклад жовтий лимон, зелена трава, помаранчевий апельсин, червоний помідор та інші. До пам'ятних кольорів належить і тілесний колір, який являється одним з найскладніших кольорів для відтворення поліграфічними засобами. Пам'ятні кольори використовуються в якості тестових зображень при підготовці видань до процесу друкування, при нормалізації, а також тестуванні технологічних процесів і репродукційного устаткування.

4.2.9 Текстульні характеристики відбитка

Фактура поверхні відбитка. На текстових елементах відбитка, отриманого за допомогою цифрової технології, не повинен прощупуватися рельєф зображення. Але ці вимоги не розповсюджуються на УФ-друк (рис. 3.7).

Даний показник не буде розглядатися при оцінці широкоформатного друку, тому що друк УФ-чорнилом на увазі створення рельєфу на поверхні, особливо в області насичених кольорів. Це пов'язано з особливостями технології друку.

Глянець відбитка. Рівень блиску поверхні відбитка, як правило, пов'язаний з використанням ф'юзерного масла в системі закріплення друкувального пристрою. Визначається візуально за рівнем глянцю. Оцінка здійснюється візуально і не потребує нормування.

Ще один показник – адгезія чорнил до матеріалу. Для широкоформатного друку цей показник дуже важливий. Друк виконується на різних матеріалах, причому деякі з них мають неоднорідну структуру. Крім цього, цей друк в основному використовується для зовнішньої реклами, тобто

має на увазі транспортування і монтаж, і, отже додаткову деформацію поверхні. Якщо в процесі підготовки рекламних банерів до експлуатації, буде порушений барвистий шар, це негативно позначиться на якість. Тому повинна дотримуватися добра адгезія шару чорнил до будь-якого матеріалу.

Ступінь закріплення тонера на поверхні визначається за рівнем оптичної щільності плашки, яка була схильна до багаторазового стирання по задрукованим ділянкам. Якщо після стирання плашки шматочком паперу щільність значно змінюється – стійкість чорнил або тонера недостатня.

Друк виконується на якісних матеріалах і якісними чорнилами, тому цей тест дає відмінні результати і гарантує використання виготовленої реклами від 3 до 5 років.

4.2.10 Важливі критерії оцінки

Комплексний підхід до оцінювання якості широкоформатного друку здатний дати максимально точні і об'єктивні результати. Він включає в себе розгляд відбитків за кількома важливими параметрами, для яких знаходиться абсолютне та відносне значення у порівнянні з еталоном. Якщо етальонні значення не регламентовані нормативними документами, їх встановлюють виходячи з практичних рекомендацій виробників широкоформатної продукції та загальних рекомендацій до цифрового друку, наведених в [8].

Для порівняння якості отриманих відбитків на різних матеріалах використовується комплексний показник, який розраховується для кожного експериментального зразка. Потім здійснюється ранжування цих значень.

Математична обробка результатів полягає у визначенні відносних показників за наступною формулою:

$$X_{\text{відн}} = \frac{X_{\text{абс}}}{X_{\text{ет}}}, \quad (4.5)$$

де $X_{\text{відн}}$ – відносний показник властивості;

$X_{\text{абс}}$ – абсолютний показник властивості;

$X_{\text{ет}}$ – еталонне значення показника властивості.

Для знаходження комплексного показника якості можна використовувати формулу [8]:

$$P = \sqrt{\prod_{i=1}^6 X_{\text{відн}_i}^{K_i}}, \quad (4.6)$$

де $X_{\text{відн}_i}$ – значення відносного показника якості за номером i ;

K_i – вага показника за номером i .

Для широкоформатного друку після аналізу існуючих методик, та вивчення практичних рекомендацій запропоновано 6 показників, що беруть участь в визначенні комплексного показника якості широкоформатного друку:

- оптична щільність фону;
- рівномірність друку;
- градаційна передача;
- оптична щільність зображення;
- колірне охоплення друку;
- точність відтворення кольорів.

Кожному показнику призначаються одиниці виміру, еталонне значення критерії оцінки. А також знаходиться їх відносне значення.

Для розрахунку комплексного показника якості прийняті наступні значення коефіцієнтів [8]: оптична щільність фону $K_1 = 1$, рівномірність друку

$K_2 = 1$, градаційна точність $K_3 = 1$, оптична щільність зображення $K_4 = 6$, колірне охоплення друку $K_6 = 4$, точність відтворення кольорів $K_5 = 3$.

Для узгодженості наведених розрахунків відбитки також оцінюються групою експертів, які здійснюють візуальну оцінку і виставляють бали кожному відбитку за основними показниками. Потім здійснюється порівняння об'єктивного та суб'єктивного оцінювання. Якщо результати співпадають, розроблену методику визначення комплексних показників якості широкоформатного друку можна рекомендувати до масового використання на виробництві.

Методика придатна для оцінки всіх видів цифрового друку, включаючи використання інтер'єрної плівки. Комплексний підхід до оцінювання якості дасть можливість уникнути суперечок і розбіжностей між виробником і замовником.

5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

5.1 Вибір обладнання та приладів

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 [16].

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. 5.1).



Рисунок 5.1 – Принтер для широкоформатного друку сольвентними 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. 5.2). Можливість стикувати декілька аркушів дозволяє отримувати зображення великих розмірів. Друк може здійснюватися з роздільною здатністю 600, 1200 і 2400 dpi [17].



Рисунок 5.2 – принтер для широкоформатного друку ультрафіолетовими чорнилами Gongzheng GZM3200UV

Основні переваги 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.

Технічні характеристики сольвентного принтера Gongzheng ThunderJet C1601S представлені в таблиці 5.1 а ультрафіолетового принтера Gongzheng GZM3200UV в таблиці 5.2.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики Gongzheng ThunderJet C1601S

Основні властивості	
Тип друку	Широкоформатний сольвентний
Технологія друку	Змінна крапля (Greyscale)
Друкуюча голівка	1 Epson DX5
Кількість кольорів	4
Чорнила	СМҮК екосольвент/СМҮК 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 та інші.
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: 2718x780x1442

Принтер оснащений друкуючою голівкою Epson DX5, що дозволяє отримувати зображення з роздільною здатністю 1440 dpi. А технологія GZ Greyscale (друк краплями змінного розміру) дозволяє досягти бездоганного тілесного відтінку, плавних градієнтів і тонкої деталізації тексту і дрібних елементів зображення без втрати швидкості друку. У систему подачі чорнила можна встановити ємності об'ємом до 1,5 л, що забезпечує дійсно безперервну подачу.

Автоматична система чищення і парковки зберігає вихідний отвір друкованої голівки ідеально чистим і дозволяє домогтися найвищої якості друку.

Технічні характеристики ультрафіолетового принтера Gongzheng GZM3200UV в таблиці 5.2.

Для вимірювання оптичної щільності зображення на фотоформі або на відбитку в прохідному або відбитому світлі був обраний спектроденситометр марки X-Rite 518. Оптична щільність суцільного шару фарби визначається його товщиною, впливає на колірні характеристики зображення.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики 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	СМΥК 2-СМΥК
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
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

Спектрофотометри дозволяють виконати оцінку фізичних параметрів зображень, зокрема, таких як спектральний коефіцієнт відбиття запечатаних ділянок поверхонь, фотометрична яскравість світлових потоків, відбитих від цих ділянок, оптичні щільності останніх і т.д. За допомогою спектрофотометрів можна визначити денситометричні величини, спектральні криві відображення, колірні координати в різних колірних просторах (Lab, Lch, XYZ, HunerLab) і т.д. [18].

У даній роботі був використаний спектрофотометр Gretag Macbeth Eye-One Pro UV Cut, за допомогою якого вимірювалася точність відтворення кольорів зображення, розраховувалися колірні відмінності.

Для аналізу дрібних деталей була використана поліграфічна лупа.

5.2 Вибір матеріалів

Для проведення експерименту були обрані три типи матеріали, а саме банерна тканина, просвітний папір та самоклеюча плівка.

Плівка Ritrama для широкоформатного друку RI серії – це спеціальна серія для цифрових принтерів, вже пройшла в Україні випробування на багатьох принтерах.

Відмінні результати друку забезпечили особливі властивості плівки: спеціальне поверхнєве покриття під цифровий друк, формула якого розроблялася спільно з виробниками цифрового обладнання, а також спеціальна підкладка – покритий з двох сторін поліетиленом Крафт, який, завдяки своїй спеціальній конструкції, забезпечує підкладку водонепроникними властивостями (тобто відсутність зморшок на підкладці навіть в дощову погоду), а також пропонує властивості підвищеної гладкості для поліпшеної прохідності матеріалу в цифрових машинах.

Для оптимального результату цифрового друку носій повинен бути витримають в сухому прохолодному приміщенні (при підвищеній температурі навколишнього середовища пластифікатори в ПВХ мігрують на поверхню). Серія Ritrama спеціально розроблялася для і широко використовується у всьому світі з багатьма принтерами.

Плівка RI 145/80 – це глянцева біла пластифікована вінілова плівка з хорошою пластичністю і обляганням на кривих поверхнях.

Методи друку: сольвентний та УФ струменевий друк.

Постійний клей з дуже гарною адгезією на скло і на широкий ряд поверхонь, крім аполярних (PE, PP). Відповідає стандартам FDA для непрямого контакту з харчовими продуктами.

Рекомендується зберігати при температурі 22°C +/- 2° і відносній вологості повітря 50% +/- 5%, уникаючи прямих сонячних променів, в сухому і чистому приміщенні, захищеним від пилу і бруду, в оригінальній упаковці (табл.5.3) [19].

Таблиця 5.3 – Технічні характеристики плівки RI 145/80

Лицьовий матеріал	
Тип	Пластифікований вініл
Колір	Глянцевий білий
Вага	110±11 г/м ²
Товщина	80±8 μ
Межа міцності на розрив поздовжня	>35 N/cm
Межа міцності на розрив поперечна	>26 N/cm
Розтягування поздовжнє	>250%
розтягування поперечне	>300%
Клей	
Назва	RI — AP
Тип	Постійний акриловий на водній основі
Питома вага клею	20±2
Міні температура приклеювання	+10°C
Робоча температура	-30°C / +120°C
Когезія	Відмінна
Липкість	Середня
Остаточна адгезія	Висока
Підкладка	
Тип	Крафт, сілконізований з 1 боку
Колір	Білий
Вага	135±7 г/м ²
Товщина	135±7 μ

Папір сітілайт використовується для виготовлення постерів, які вставляються в спеціальні конструкції для зовнішньої і внутрішньої реклами. Сітілайти – другий за популярністю вид зовнішньої реклами, після білбордів. Конструкція має підсвічування зсередини, що дозволяє рекламі працювати цілодобово. Для дослідження був використаний папір для друку Сітілайт зі світлорозсіювальним покриттям, а саме папір Skylight. Технічні характеристики даного типу паперу представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Технічні характеристики просвітнього паперу Skylight

Характеристики	Значення
Щільність, г/м ²	150
Питомий обсяг, см ³ /г	1,02 ± 0,03
Абсолютна вологість, %	6,5 ± 0,5
Білизна, СІЕ	90 ± 2
Непрозорість, %	97 ± 2
Глянцевість, %	>70
Ширина рулону, мм	1270

Skylight (J.Vilaseca S.A.) – більш відомий як папір для сітілайтів, бекліт, Сітіком або просвітний папір. Папір призначений для друку сольвентними, латексними і UV чорнилами [20].

Переваги:

- рівномірний розподіл світла;
- якісна передача кольору, яскравості і контрастності;
- високий рівень білизни;
- висока стійкість до впливу навколишнього середовища, ультрафіолету, вологи;
- легкість в монтажі.

Банерна тканина – це міцне вінілове полотно, армоване поліестеровою сіткою. Добре підходить для нанесення повноколірних зображень методом широкоформатного друку. Якість і довговічність надрукованих банерів безпосередньо залежить від технології їх виробництва.

Існує два типи банерній тканині, які відрізняються технологією нанесення вінілу на армуючої сітки, – це ламіновані і литі банера.

При виробництві ламінованого банера сітку розміщують між двома шарами полотна ПВХ, а потім спаюють всі верстви між собою, прокочуючи полотно через гарячі вали в спеціальній машині. ПВХ визначає глянець або матовість матеріалу, відсоток світлопропускання і т.д. Сітка визначає механічні характеристики матеріалу: міцність, гнучкість і т.д. В цілому, ламіновані банера мають прийнятні характеристики і мають невисоку вартість за квадратний метр.

При виробництві литих банерів сітка заливається рідким ПВХ і потім пропускається через спеціальні машини, додаючи матеріалу гладкості. Фізичні характеристики литих банерів значно краще, ніж ламінованих. Тому використання литих банерів краще, хоча коштують вони дорожче.

При зовнішньому використанні ламінованого банера його термін служби складає 1-3 роки, після чого починається розшарування шарів банера, зростання мікроорганізмів, міграція пластифікаторів і т.д. Литий банер може прослужити 2-4 роки [21].

Для дослідження була використана банерна тканина FRONTLIT PREMIUM SOLEX, її технічні характеристики представлені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Технічні характеристики банерної тканини FRONTLIT PREMIUM SOLEX 440 г/м²

Характеристики	Значення
Тип	Литий
Вага	440 г/м ²
Плетіння	1000*1000D (18*18 ниток/дюйм)
Межа міцності на розтяг	2589 (Д) N/5cm, 2364 (Ш) N/5cm
Опір на розрив	342 (Д) N/5cm, 334 (Ш) N/5cm
Міцність зчеплення	36 N/5cm
Ширина	1.1м, 1.37м, 1.6м, 2.2м, 2.5м, 3.2м
Довжина	50 м

5.3 Методика проведення досліджень

Комплексна методика оцінки якості відбитків передбачає кілька стадій, в результаті яких виробляється єдина концепція з розрахунком комплексного показника. Він і визначає рівень якості досліджуваного відбитка, отже – друк тестованого устаткування.

Для кожного технологічного процесу в першу чергу визначають ті параметри, зміна яких значимі та помітні, і ті, які залежать від регульованих технологічних факторів і режимів.

Комплексна оцінка якості друкованої продукції пов'язує візуальну оцінку отриманих зображень експертами та інструментальну оцінку фізичних показники якості відбитків на різних матеріалах, отриманих за допомогою широкоформатного друку на двох типах принтерів.

Алгоритм комплексної оцінки якості широкоформатного друку представлений схемою на рисунку 5.3.



Рисунок 5.3 – Алгоритм комплексної оцінки якості широкоформатного друку

5.3.1 Визначення параметрів оцінки якості відбитків

Для широкоформатного друку після аналізу існуючих методик, та вивчення практичних рекомендацій запропоновано 6 показників, що беруть участь в визначенні комплексного показника якості широкоформатного друку:

- оптична щільність фону;
- рівномірність друку;
- градаційна передача;
- оптична щільність зображення;

- колірне охоплення друку;
- точність відтворення кольорів.

Кожному показнику призначаються одиниці виміру, еталонне значення критерії оцінки. А також знаходиться їх відносне значення.

За еталонний взірець взято електронний варіант тестових об'єктів.

Для перевірки правильності отриманих результатів, обчислена середня розбіжність з оцінками експертів.

Експертні оцінки не використовуються для обчислення комплексного показнику, але вони потрібні для подальшого порівняння з результатами обчислень.

5.3.2 Розробка тестової смуги для оцінки якості друку та її друк

В процесі збору матеріалів і пошуку нових рішень в області широкоформатного друку вдалося зібрати безліч тестових смуг. Аналіз тест-об'єктів, включених в розглянуті тестові смуги, дозволив вибрати алгоритм створення елементів тестових об'єктів для контролю показників оцінки якості широкоформатного друку.

Всі векторні елементи створюються в програмі обробки векторних зображень Adobe Illustrator, растрові – в програмі Adobe Photoshop. Файл зберігається у форматі TIFF і використовується для виведення на досліджуваних широкоформатних принтерах. Нижче представлено докладний опис тестової смуги.

Формат тестової смуги був взятий із врахуванням розмірів тестових елементів, а саме 500x1000 мм, так як принтери, які ми будемо розглядати, мають в ширину максимальне значення від 1600 мм (Gongzheng ThunderJet C1601S) до 3200 мм (Gongzheng GZM3200UV).

Тест-об'єкти доцільно розділити на дві категорії з метою проведення як суб'єктивного, так і об'єктивного аналізу якості друку. У кращому випадку результати цих двох оцінок повинні збігатися, тобто наприклад, серед

досліджуваних відбитків експерти визнають найкращим той, у якого загальна кількісна оцінка найвища.

Таким чином, тестова смуга повинна включати тест-об'єкти, необхідні для кількісної оцінки показників якості та елементи для візуальної оцінки споживачем.

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. 5.4).

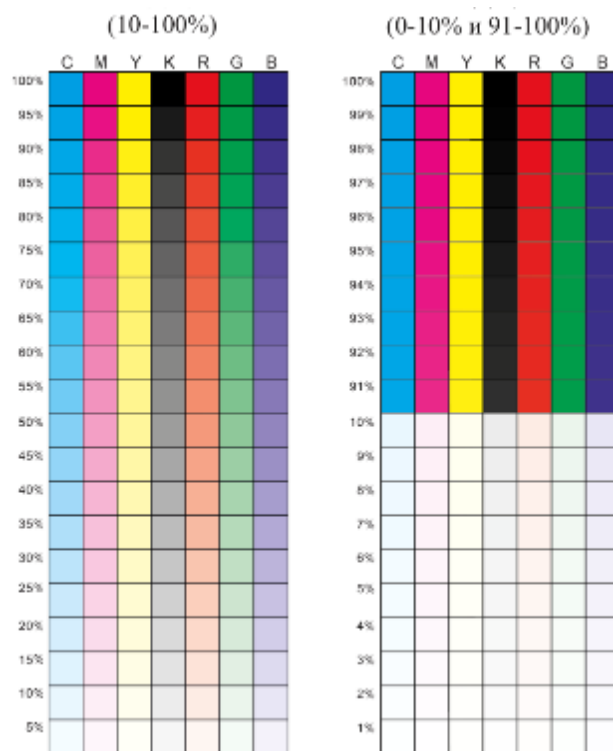


Рисунок 5.4 – Тест-об'єкт для визначення показника «Градаційна передача»

Поступову передачу доцільно контролювати по градаційній шкалі, розділеної на 20 полів (від 5% до 100%, з кроком 5%). Поряд з цією шкалою розташована ще одна шкала, де представлені градаційні шкали кольорів від 1 до 10% та від 91 до 100%. Вона необхідна для контролю світлих та темних відтінків.

Для візуального контролю лінійності градієнту були використані 7 прикладів градієнту в кольорах CMYK і RGB, та вимпели з двома версіями логотипу кафедри, вони представлені на рисунках 5.5 та 5.6.



Рисунок 5.5 – Тест-об'єкт для визначення показника «Лінійність градієнту»



Рисунок 5.6 – Тест-об'єкт для визначення показника «Лінійність градієнту»

Роздільну здатність цифрових систем рекомендується оцінювати по штриховому тест-об'єкту, що складається з концентричних кіл з різною шириною штрихів. Дані елементи будуть містити кола з шириною штриха від 40 мкм, до 200 мкм (рис. 5.7). За тест-об'єктом контролюється округність, для якої ширина штриха відтворюється безперервно і окремо від сусіднього штриха.

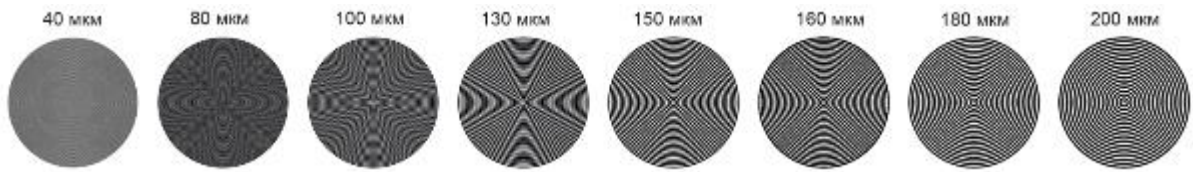


Рисунок 5.7 – Тест-об'єкт для визначення показника «Роздільна здатність»

Ще одним з достовірних способів визначення роздільної здатності друку є визначення відтворюємої групи штрихів (рис. 5.8). Цей тест-об'єкт складається з 40 штрихових елементів, розділених на 10 груп. У кожній групі міститься 4 штрихових елемента, які мають форму квадрата зі стороною 2 мм. Штрихові елементи в кожній групі розташовуються під різними кутами: перший – під 0° , другий – під 90° , третій – під 45° в один бік, четвертий – під 45° в інший бік. Так як розміри штрихових елементів однакові, то кількість штрихів в них різна і змінюється від 4 до 17 з дотриманням правила однаковості ширини штрихів і прогалін.



Рисунок 5.8 – Фрагмент тест-об'єкта Бурмістрова для визначення роздільної здатності

Для оцінки колірного охопту скористаємося шкалою для побудови колірного профілю TC2.83 RGB i1 (рис. 5.9). Вибір даної шкали обґрунтований тим, що досліджувані принтери мають простір виведення RGB. Вимірювання будуть проводитися за допомогою спектрофотометра.

Баланс «по сірому» – це нормоване співвідношення розмірів растрових елементів, що дозволяє отримати при друці нейтрально-сірий тон з тріадних друкарських фарб при нормалізованому процесі друкування (рис. 5.10). Даний показник дає уявлення про узгодженість кольорів основних тріадних фарб і їх накладань у світлинах, напівтонах та тінях, тобто збалансованість зображення за ахроматичною складовою.

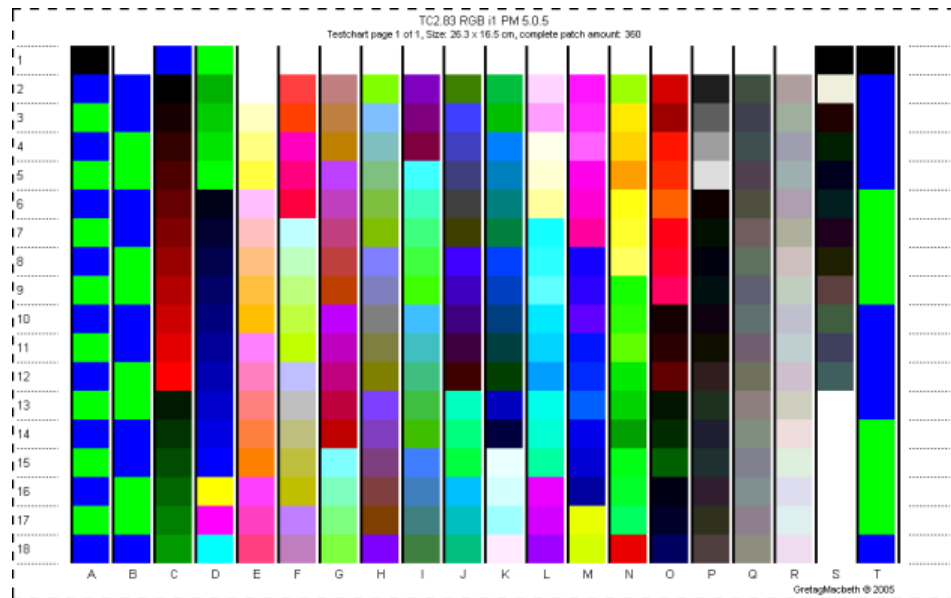


Рисунок 5.9 – Шкала для побудови колірної профілю TC2.83 RGB-i1

БАЛАНС СЕРОГО

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

Оцінка якості відтворення шрифтів, оцінюється візуально по текстовим елементам (рис. 5.11). Даний тест дозволяє оцінити якість друку текстового матеріалу, набраного шрифтом Times New Roman. Кеглі шрифтів можуть варіюватися від 18 pt до 4 pt, кольори тексту – Cyan, Magenta, Yellow та Black.

Результат тесту – мінімальний кегль шрифтів (розмір в пунктах), що можна прочитати.

Оцінка якості відтворення ліній, оцінюється візуально по створеним групам ліній. Даний тест дозволяє оцінити якість друку ліній товщиною від 1pt до 6pt. Цей параметр важливий більше для інтер'єрного друку. Тест-об'єкт представлений на рисунку 5.12.

КАЧЕСТВО ТЕКСТА



Рисунок 5.11 – Тест-об'єкт для визначення відтворення шрифтів

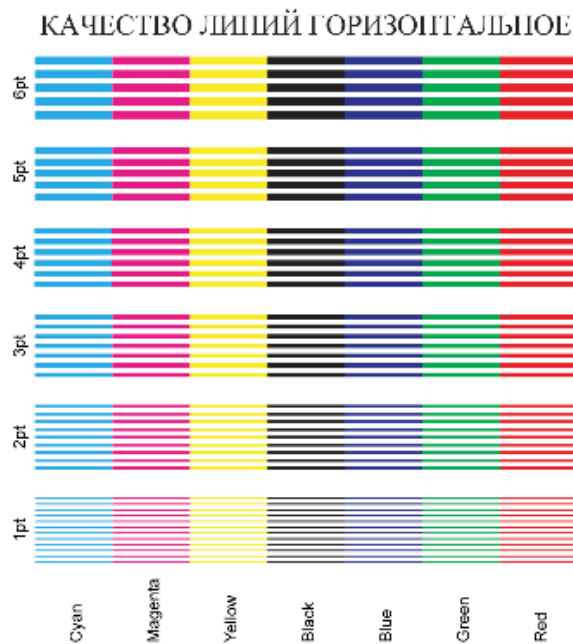


Рисунок 5.12 – Тест-об'єкт для визначення відтворення ліній

Для оцінки якості відтворення пам'ятних кольорів був підібраний оптимальний комплект зображень, який представлений на рисунку 5.13.



Рисунок 5.13 – Комплект зображень пам'ятних кольорів.

Розроблена тестова смуга в форматі TIFF передається до відділу отримання замовлень друкарень, в якому справно функціонують вибрані широкоформатні принтери (Gongzheng ThunderJet C1601S, Gongzheng GZM3200UV).

Вимоги, що пред'являються до друку продукції:

- отримання відбитків в виробничих умовах;
- формат відбитка – до 1600 мм шириною;
- дотримання масштабу друку.

Отримані тестові відбитки перевірені на предмет дотримання перерахованих вимог. Всі зразки тест-об'єктів, отримані на досліджуваних принтерах, представлені в додатку А.

6 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Існує два основні методи оцінки якості відбитків: інтегральний і параметричний.

Інтегральна оцінка проводиться в цілому по зоровому враженню ряду спостерігачів, які висловлюють свою думку інтегрально, по всій сукупності ознак. При усередненні вдається отримати достатньо достовірну уяву про якість продукції.

Другий метод являє параметричну візуальну і інструментальну оцінку якості відбитків за окремими показниками. В результаті візуальної оцінки можна з'ясувати, як ті чи інші технологічні чинники впливають на тоно- і кольоровідтворення.

Основні вимоги до отриманих зразків:

- загальна рівномірність друку. Готовий продукт не містить погано надрукованих, занадто світлих або темних місць;
- чітка передача градацій. На виробі повинні добре простежуватися всі переходи;
- нормальна оптична щільність зображення. Картинка не повинна виглядати перевантаженою;
- відсутність зайвої оптичної щільності фону. Ніщо не повинно перешкоджати сприйняттю основного контенту;
- достатній дозвіл друку. Картинка виглядає чіткою, контури не розпливаються;
- роздільна здатність. Добре помітні дрібні деталі при розгляді на відстані;
- фактура поверхні. Може виконуватися різною, повинна відповідати змісту контенту;
- глянець. Повинен бути рівномірним по всій площі виробу;
- колірний обхват. Якісний відбиток містить всі кольори макета;

- ступінь адгезії тонера до основи. Фарба не повинна обсипатися і змиватися водою;

- реалістичність передачі пам'ятних кольорів.

Оцінка якості отриманих зразків необхідна для об'єктивного опису і кількісного визначення зорового враження від кольору за допомогою величин колірних вимірювань.

Наведемо результати проведених досліджень.

6.1 Параметрична оцінка

Один з найпоширеніших методів інструментального контролю – денситометричний. Він проводиться за допомогою денситометрів, спектрофотометрів і спектроденситометрів.

Найважливішими характеристиками кольорових зображень на відбитку, які об'єктивно оцінюються, є:

- максимальна оптична щільність (щільність плашки);
- інтервал оптичної щільності;
- відносна площа растрових елементів;
- відтворення балансу «по сірому»;
- перехід фарб при багатокільорному накладення (треппінг);
- забрудненість (чистота кольору) на відбитку.

6.1.1 Оптична щільність фону та зображення

Визначення оптичної щільності фону.

Стандарт ISO 12647-2 вказує типові значення оптичної щільності фону до 0,07 D для крейдованого паперу [22, 23]. Це значення можна взяти за еталонне, тому що матеріали, на яких здійснювався друк, мають нижчі показники білизни.

Оскільки білизна незадрукованих частин матеріалу впливає на якість відбитка, були проведені вимірювання оптичної густини фону для кожного зразка. Вимірювання здійснювались у незадрукованій частині посередині роздрукованого аркуша. Результати вимірювань наведені в таблиці 6.1.

Дослідження оптичної щільності зображення.

Показник міри чорноти відбитку визначається за значенням оптичної щільності чорної плашки. Для дослідження оптичної щільності зображення необхідно провести заміри чотирьох основних кольорів. Їх значення наведені в додатку Б.

Для електрофотографічного друку оптична щільність досягає 1,4 – 2,0 D, а для плоского офсетного друку – 1,6 – 1,9 D [22]. За еталонне значення для широкоформатного друку приймемо максимально досяжне значення 1,6 D, яке досягнуто на банері під час УФ-друку.

Найбільш глибокий чорний колір отриманий при друці на принтері Gongzheng GZM3200UV. Рівномірність друку всіх відбитків, які досліджувались, відповідають цим умовам.

6.1.2 Градаційна передача

Градація – ранжируваний ряд (розташування в певній послідовності) величин оптичних характеристик відбитка, оригіналу, фотоформи та іншого.

Для того щоб оцінити градаційні властивості зображень, отриманих на широкоформатних принтерах, було необхідно виміряти значення оптичної щільності контрольних шкал, що складаються з основних кольорів, для кожного типу матеріалу і для кожного тестованого пристрою (додаток Б).

Для досліджування градаційної точності здійснені вимірювання оптичної щільності градаційних шкал для основних кольорів, які мають поля з різними відносними розмірами растрової крапки від 0 до 100 % (рис. 5.4). Для візуалізації побудуємо градаційний криві для принтерів, які ми тестували для різних матеріалів (додаток В).

В якості параметричної оцінки було вирішено розрахувати різницю оптичної щільності, одним з важливих вихідних параметрів, на основі яких встановлюється оптимальний режим репродукування. Даний параметр характеризує перепад (інтервал) щільності на оригіналі, в друкованому процесі або на растровому відбитку. Визначити різницю оптичної щільності можна за формулою:

$$\Delta D = D_{\max} - D_{\min}, \quad (6.1)$$

де D_{\max} – оптична щільність суцільного шару фарби;

D_{\min} – оптична щільність матеріалу.

Для широкоформатного друку на різних типах матеріалів не існують нормовані значення оптичної щільності плашки для кожної фарби. Будемо оцінювати різницю оптичної щільності. Значення інтервалів оптичної щільності досліджуваного зразка (чорний колір) занесені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Вимірювання оптичної щільності фону та зображення

Матеріал	Технологія друку	Dфон	Dmin	Dmax	Dmax – Dmin
Плівка самоклеюча	УФ	0,06	0,08	1,54	1,46
Плівка самоклеюча	Сольвент	0,06	0,1	1,35	1,25
Банерна тканина	УФ	0,07	0,09	1,60	1,51
Банерна тканина	Сольвент	0,07	0,12	1,12	1,00
Просвітний папір	УФ	0,08	0,1	1,46	1,36
Просвітний папір	Сольвент	0,08	0,13	1,04	0,91

У додатку Б представлені значення оптичної щільності, відносної площі растрових елементів та графіки градаційних кривих.

Як, видно, з вимірювань градаційних кривих, представлених в таблицях Б.3-Б.6, оптична щільність зображення, за результатами експерименту, залежить від типу принтера. Менші значення оптичної щільності спостерігаються на сольвентному принтері Gongzheng ThunderJet C1601S.

На відміну від водних або сольвентних чорнил, ультрафіолетові чорнила не висихають і не випаровуються самі по собі, а тільки під впливом ультрафіолетового світла. При цьому виходить дуже яскраве зображення з живими кольорами, також присутній ефект покриття лаком вибірковок деталей зображення. При ультрафіолетовому друці не потрібна спеціальна підготовка носіїв, що істотно заощаджує кошти. Закріплення відбувається дуже швидко, при цьому виходить дуже стійке зображення.

6.1.3 Роздільна здатність

Роздільна здатність друку – це здатність системи відтворювати окремі штрихи, а також точно передавати штрихи різної величини. Даний показник оцінюється по штриховим тест-об'єктам.

Роздільна здатність друку характеризує можливості друкарського обладнання по відтворенню дрібних деталей.

Для показників «Роздільна здатність друку» абсолютне значення відповідає кількісній оцінці тест-об'єкта, отриманої в ході вимірювань.

Для визначення роздільної здатності проводиться спостереження тест-об'єкта Бурмістрова (рис. 5.8) за допомогою мікроскопу або лупи 24-хкратного збільшення, встановлюється група окремо розташованих штрихів. Для визначення роздільної здатності друкованого процесу за допомогою даного тест-об'єкта на відбитку за допомогою лупи встановлюють ту групу штрихових елементів, в якій ще можна знайти чітке відтворення всіх штрихів.

Потім проводиться підрахунок кількості штрихів в одному з 4-х елементів і обчислюється роздільна здатність за такою формулою:

$$R = \frac{Q}{K}, \quad (6.2)$$


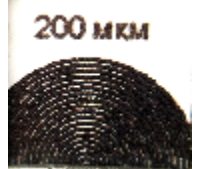
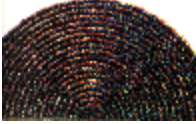



де Q – кількість штрихів в елементі;

K – розмір сторони квадрата одного штрихового елемента (в даному випадку $K = 2$ мм).

На основі аналізу зарубіжних джерел за еталонне значення дозволу друку було прийнято 150 мкм. Під час розрахунку комплексного показника, щоб уникнути помилки, необхідно врахувати, що чим нижче цей показник, тим якість друку по даному параметру буде вище.

На даному етапі використовувалася поліграфічна лупа, за допомогою якої можна чітко визначити якість відтворення дрібних деталей і зафіксувати побачене (табл.6.2).







Таблиця 6.2 – Роздільна здатність друку

Матеріал/ Принтер	Роздільна здатність друку	
	Gongzheng GZM3200UV	Gongzheng ThunderJet C1601S
Банерна тканина	 <p>200 мкм</p>	 <p>200 мкм</p>
Просвітний папір Skylight	 <p>180 мкм</p>	 <p>200 мкм</p>
Самоклеюча плівка	 <p>200 мкм</p>	 <p>200 мкм</p>

Таким чином, за еталонне значення приймемо значення роздільної здатності для офсетного друку – 8 лін/мм. Роздільна здатність визначається як відношення кількості штрихів останньої групи, що відтворили, до розміру сторони квадрата одного штрихового елемента (в даному випадку $K = 2$ мм).

Для визначення роздільної здатності був використаний мікроскоп, дані занесені в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 – Роздільна здатність

Матеріал/ Принтер	Gongzheng GZM3200UV	Gongzheng ThunderJet C1601S
Банерна тканина	 $K = 5/2\text{мм} = 2,5 \text{ мм}$	 $K = 5/2\text{мм} = 2,5 \text{ мм}$
Просвітний папір Skylight	 $K = 6/2\text{мм} = 3 \text{ мм}$	 $K = 5/2\text{мм} = 2,5 \text{ мм}$
Самоклеюча плівка	 $K = 4/2\text{мм} = 2 \text{ мм}$	 $K = 5/2\text{мм} = 2,5 \text{ мм}$

В ході даного експерименту було встановлено, що роздільна здатність даних широкоформатних принтерів поступається офсетному друку. Gongzheng GZM3200UV показав результати краще, ніж його конкурент.

6.1.4 Оцінка якості відтворення шрифтів та ліній

На даному етапі оцінювалася якість відтворення тексту гарнітури Times New Roman, і різних кеглів – від 4 до 18 пунктів. За еталонне значення було прийнято мінімальний розмір шрифту, тобто 4 pt.

Виходячи з проведеного досвіду, слід зауважити, в разі відтворення виворотки тексту результати виявилися гірше. В таблиці 6.4 представлено відтворення мінімального шрифту.

Таблиця 6.4 – Якість відтворення шрифтів

Матеріал	Фарба	Принтер	
		Gongzheng GZM3200UV	Gongzheng ThunderJet C1601S
Банерна тканина	Сяан (звич.)	4	6
	Сяан (вивор.)	6	6
	Magenta (звич.)	6	6
	Magenta (вивор.)	6	6
	Yellow (звич.)	6	6
	Yellow (вивор.)	8	8
	Black (звич.)	4	4
	Black (вивор.)	6	6
Просвітний папір Skylight	Сяан (звич.)	6	6
	Сяан (вивор.)	6	6
	Magenta (звич.)	6	6
	Magenta (вивор.)	6	6
	Yellow (звич.)	6	8
	Yellow (вивор.)	8	8
	Black (звич.)	6	6
	Black (вивор.)	6	6
Самоклеюча плівка	Сяан (звич.)	6	6
	Сяан (вивор.)	8	8
	Magenta (звич.)	6	6
	Magenta (вивор.)	8	8
	Yellow (звич.)	8	8
	Yellow (вивор.)	8	8
	Black (звич.)	6	6
	Black (вивор.)	8	8

Під час оцінки якості відтворення шрифтів виявилось, що сучасні широкоформатні принтери перевищують будь-які очікування щодо якості відтворення тексту. Тест-об'єкт був складений, спираючись на рекомендації широкого кола друкарів. При цьому може бути досліджувані принтери відтворили б і шрифт менше, ніж 4 pt, однак виворотка залишає бажати кращого. Так само, з огляду на те, що специфіка даних принтерів полягає в основному у друці великих зображень, використання настільки дрібних шрифтів не представляє ніякої раціональності.

За результатами оцінки відтворення ліній на широкоформатних принтерах ми побачили, що товщина ліній, відтворених чорним кольором відповідає заданим значенням, для кольорових ліній принтер для ультрафіолетового друку створює по краях деяких ліній кант іншого кольору (рис. 6.1). Це можна зазначити, як недоліки цього виду друку, для усунення яких можна рекомендувати провести лінеаризацію плотеру.

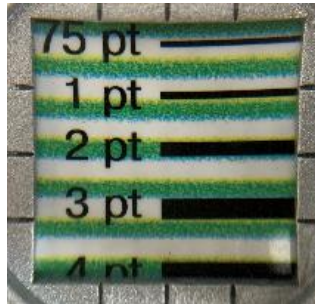


Рисунок 6.1 – Недоліки кольорового друку на УФ-плотері

6.1.5 Колірне охоплення друку

Цей показник дозволяє оцінити максимальну кількість кольорів, які здатна відтворити система (колірний охват друку).

В процесі субтрактивного синтезу (друк фарбами) колірне охоплення приймає форму 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 колірному графіку, обмеженому отриманим шестикутником, визначатимуть колірний охват даного процесу (друк фарбами). Чим більше площа колірного охоплення, тим більше кольорів можна відтворювати [11].

Для порівняння колірних охоплень був використаний спектрофотометр Gretag Munsell Eye-One Pro з відповідним програмним забезпеченням (рис. 6.2). На основі шкали TC2_83_RGB_i1-1, виведеної на обраних матеріалах та принтерах, були побудовані профілі вивідних пристроїв.

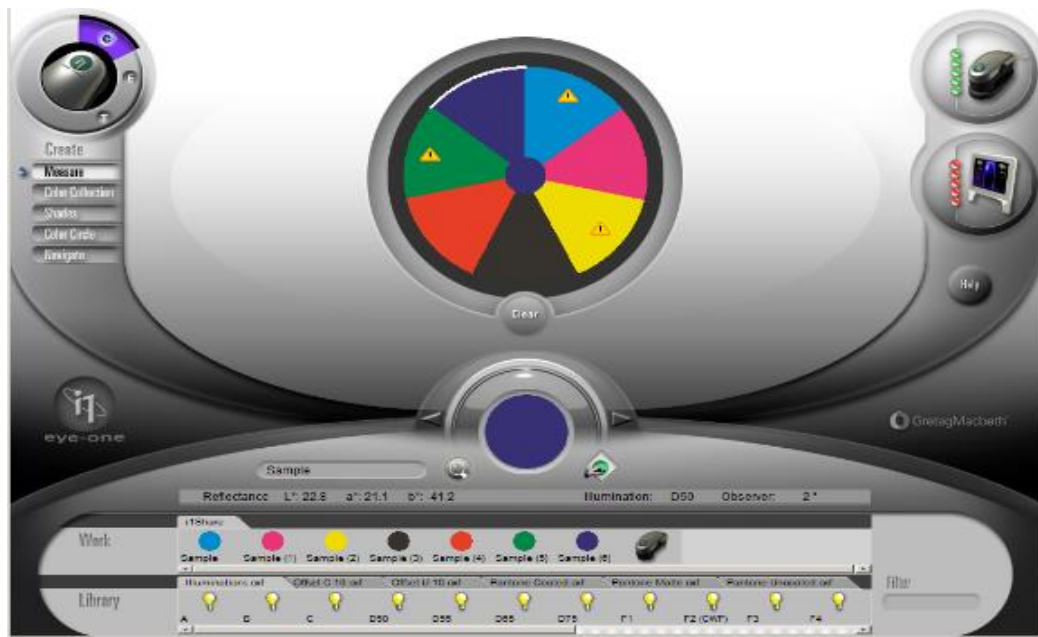


Рисунок 6.2 – Дослідження колірного охоплення за допомогою програми GretagMacbeth Eye-One Share

Дослідження колірного охоплення дозволяє оцінити максимальну кількість кольорів, які здатна відтворити система. Для розрахунку площі проєкцій колірного охоплення S для відбитків були визначені колірні координати, які отримали шляхом вимірювання в системі Lab (табл. 6.5-6.7). Колірні охоплення для різних матеріалів наведені на рисунках 6.3-6.5.

Таблиця 6.5 – Значення колірного охоплення в системі Lab для банерної тканини

Фарба/Вид друку	Gongzheng GZM3200UV (ультрафіолет)			Gongzheng ThunderJet C1601S (сольвент)		
	L	a	b	L	a	b
Сяан	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 колірного охоплення	12 855,00			9 751,03		

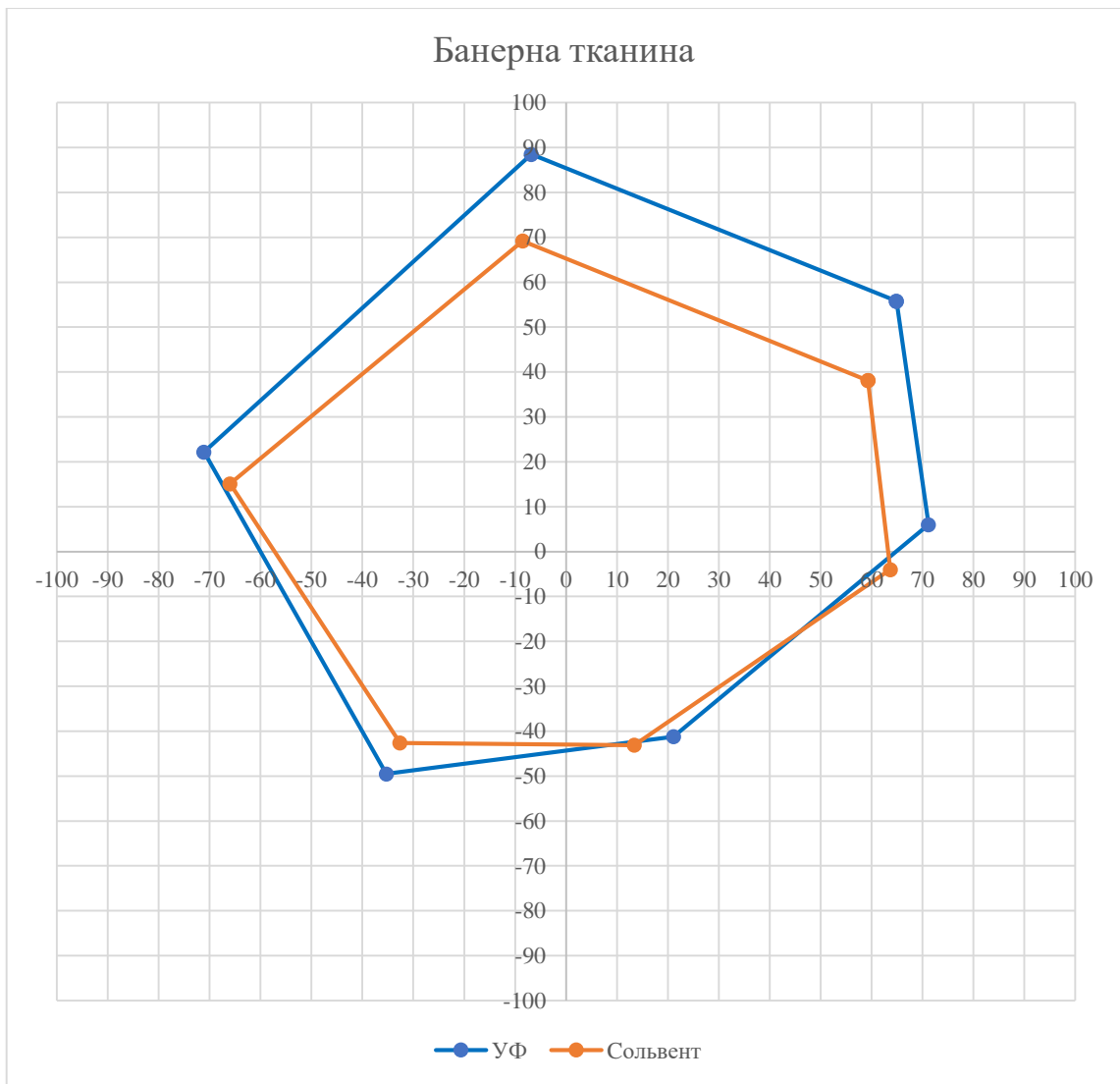


Рисунок 6.3 – Колірне охоплення для банерної тканини

Таблиця 6.6 – Значення колірною охоплення в системі Lab для самоклеючої плівки

Фарба/Вид друку	Gongzheng GZM3200UV (ультрафіолет)			Gongzheng ThunderJet C1601S (сольвент)		
	L	a	b	L	a	b
Сяан	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 колірною охоплення	12 030,32			11686,65		

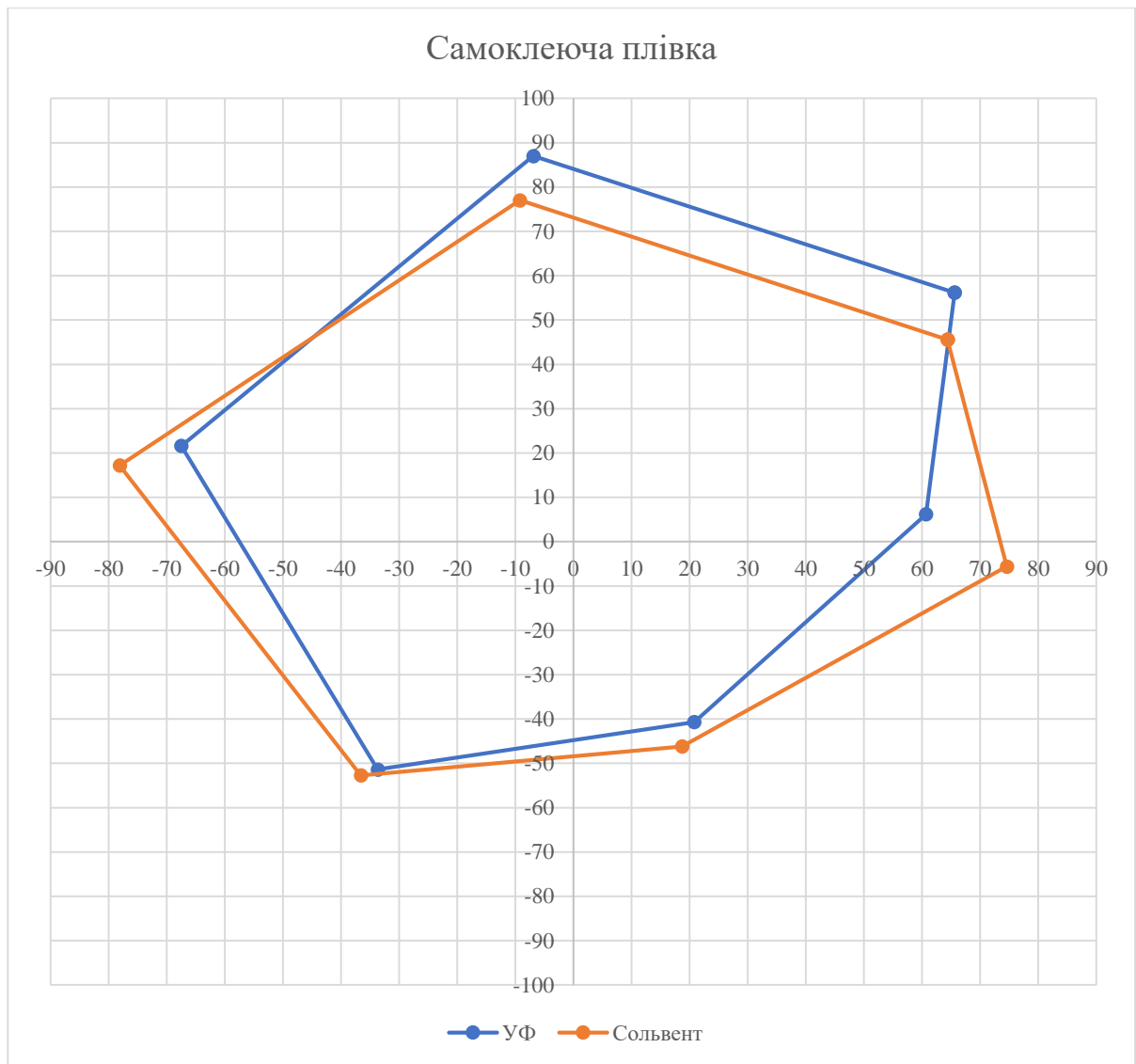


Рисунок 6.4 – Колірне охоплення для самоклеючої плівки

Таблиця 6.7 – Значення колірного охоплення в системі Lab для просвітнього паперу

Фарба/Вид друку	Gongzheng GZM3200UV (ультрафіолет)			Gongzheng ThunderJet C1601S (сольвент)		
	L	a	b	L	a	b
Сяан	51,5	-34,7	-46,5	61,2	-30,6	-44,1
Magenta	55,2	70,1	6,3	57,6	65	-3,6
Yellow	88,7	-5,9	88,6	91,4	-8,5	69,7
Black	22,1	1,2	4,2	40,7	1	3,8
Red	54,1	65,6	56,3	54,5	60,9	39,1
Green	48,1	-69,1	22	55,1	-67,1	16,3
Blue	24,1	21,3	-40,8	29,7	15,4	-41,7
Площа колірного охоплення	12 523,585			9 972,125		

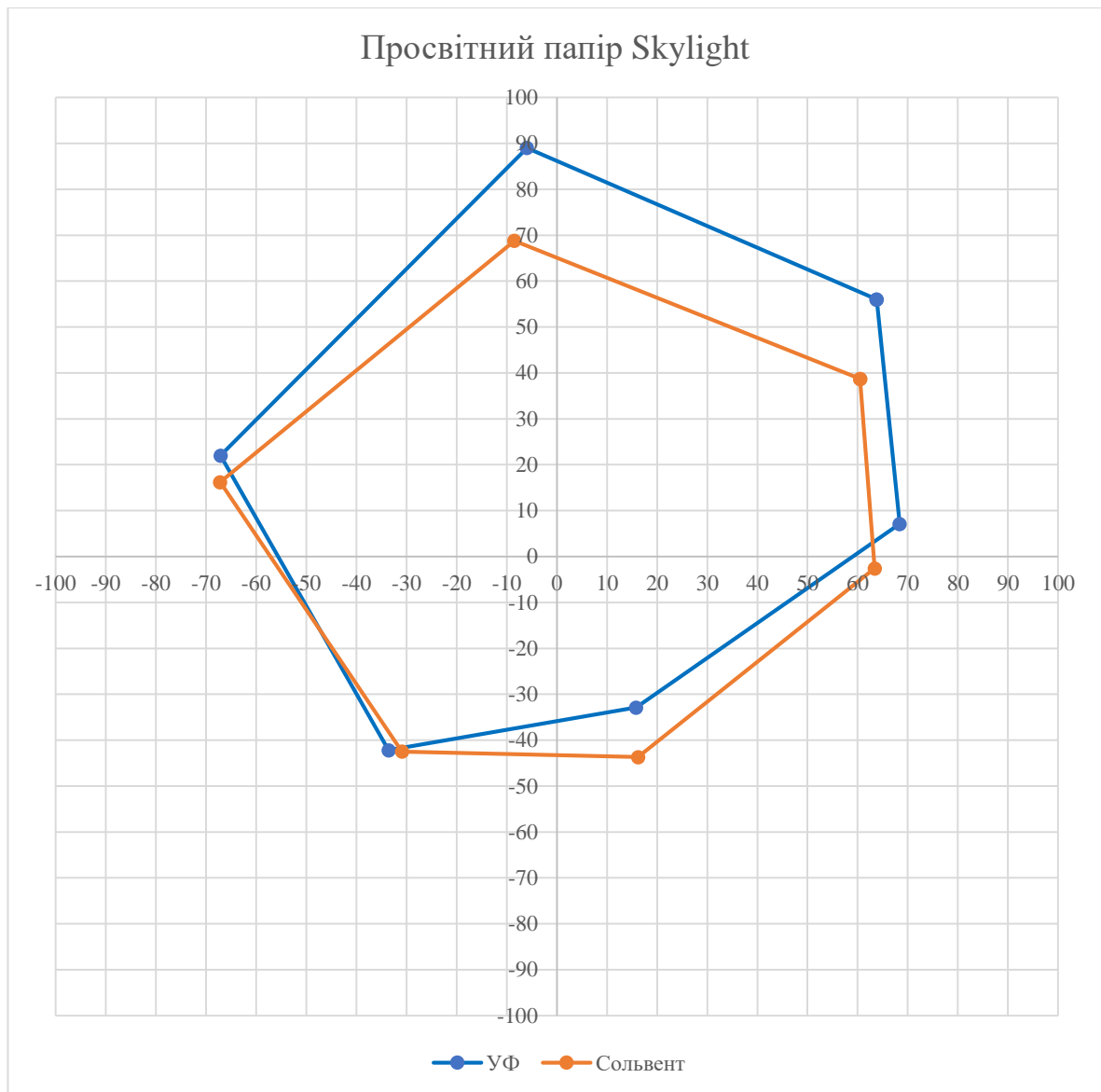


Рисунок 6.5 – Колірне охоплення для просвітнього паперу

Значення оптичної щільності зображення, точність відтворення кольорів, динамічний діапазон та кольорове охоплення друку наведені в таблиці 6.8.

Максимальне розраховане відхилення величини колірної відмінності практично краще, ніж це допускається за стандартом ISO 12647-7:2013. У зв'язку з тим, що дане значення не регламентується стандартами для цифрового друку, як еталонних значення приймаємо значення для офсетного друку.

Таблиця 6.8 – Параметри кольоровідтворення плотерів

Матеріал	Технологія друку	Dmax – Dmin	Опт. щільність чорної плашки	Площа колірного охоплення	Макс. відхилення Pantone, dE	Макс. відхилення Fogra39, dE
Плівка самоклеюча	УФ	1,46	1.54	12 030,32	17.09	2.93
Плівка самоклеюча	Сольвент	1,25	1.35	11686,65	17.75	3.73
Банерна тканина	УФ	1,51	1.6	12 855,00	18.47	3.14
Банерна тканина	Сольвент	1,00	1.12	9 751,03	17.91	3.17
Просвітний папір	УФ	1,36	1.46	12 523,585	19.23	4.29
Просвітний папір	Сольвент	0,91	1.04	9 972,125	18.94	5.21

Що стосується відтворення кольорів Pantone, то максимальні відхилення спостерігаються на 800-их номерах Pantone – флюоресцентній групі кольорів, які без спеціальних флюоресцентних фарб відтворити точно майже неможливо (рис. 6.6).

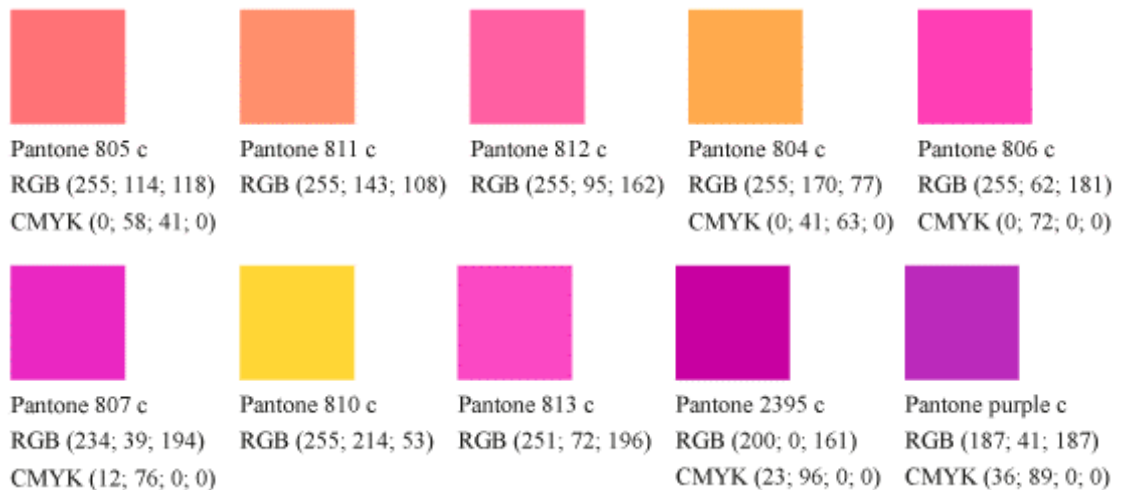


Рисунок 6.6 – Кольори Pantone 800

Значення величини кольорової різниці наведені в табл. 6.9, відсортовані по спадаючій відхилення dE кольору (для найкращого за кольоровим

охопленням матеріалу – банерної тканини, УФ-друк), які не вкладаються в допуск 6dE. Їх всього 10.

Таблиця 6.9 – Величина кольорової різниці пантонних кольорів, які перевищують нормативне значення

Колір	Відхилення, dE
PANTONE 805 C	17.91
PANTONE 811 C	16.16
PANTONE 812 C	14.75
PANTONE 804 C	14.05
PANTONE 806 C	12.42
PANTONE 807 C	11.34
PANTONE 810 C	10.23
PANTONE 813 C	7.88
PANTONE 2395 C	7.82
PANTONE Purple C	6.09

За допомогою інструменту Gamut View на монітор була виведена об'ємна візуалізація отриманих профілів (рис. Г.1, Г.3, Г.5). Також програма дозволяє вивести на екран проекції тіла кольорного охопту на осі ab (рис. Г.2, Г.4, Г.6), це надає можливість візуально порівняти кольорні охоплення принтерів. В ході даного експерименту було встановлено, що кольорні охоплення даних принтерів прямо залежать від різновиду технології друку. Колірне охоплення принтера Gongzheng GZM3200UV (ультрафіолет) набагато ширше, ніж у Gongzheng ThunderJet C1601S (сольвент). Однакові результати кольорних охоплень ми отримали на просвітному папері.

Проведений аналіз показує, що віддруковані відбитки мають розширене кольорне охоплення, що дає більший динамічний діапазон. Він дозволяє яскраво відтворювати окремі сумішеві відтінки Pantone. Суттєво розширено діапазон блакитної, зеленої, рожевої та пурпурової гами. Активні і яскраві кольори не блякнуть при друку. Це також покращує відтворення тонких відтінків, включаючи тілесні тони.

Особливо це помітно для УФ-друку. Що підтверджується і візуальною оцінкою.

6.1.6 Розрахунок комплексних показників якості відбитків для широкоформатного друку

Для кожного виду друку розраховуємо за формулою (4.5) абсолютні та відносні показники якості: оптичну щільність фону; рівномірність друку; градаційну передачу; оптичну щільність зображення; колірне охоплення друку; точність відтворення кольорів. А також комплексні показники оцінки якості кожного експериментального відбитка. Зведені значення розрахунку наведені на рисунку 6.7.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1					еталон	абсолютне значення	відносне значення	комплексний показник	Ранг
2	УФ	Банер							
3	1	Оптична щільність фону	K1=	1	0,06	0,06	100,00	80,47	1
4	2	Рівномірність друку	K2=	1	0,0096	0,00957	99,69		
5	3	Градаційна точність	K3=	1	0,023	0,019	82,61		
6	4	Оптична щільність зображення	K4=	6	2,00	1,6	80,00		
7	5	Колірне охоплення друку	K5=	4	12855,00	12855	100,00		
8	6	Точність відтворення кольорів	K6=	3	6,00	3,14	52,33		
9	Сольвент	Банер							
10	1	Оптична щільність фону			0,06	0,06	100,00	72,47	4
11	2	Рівномірність друку			0,0096	0,00817	85,10		
12	3	Градаційна точність			0,023	0,018	78,26		
13	4	Оптична щільність зображення			2,00	1,5	75,00		
14	5	Колірне охоплення друку			12855,00	9 751,03	75,85		
15	6	Точність відтворення кольорів			6,00	3,17	52,83		
16	УФ	Плівка							
17	1	Оптична щільність фону			0,06	0,07	83,33	76,59	3
18	2	Рівномірність друку			0,0096	0,0095	98,96		
19	3	Градаційна точність			0,023	0,021	91,30		
20	4	Оптична щільність зображення			2,00	1,54	77,00		
21	5	Колірне охоплення друку			12855,00	12 030,32	93,58		
22	6	Точність відтворення кольорів			6,00	2,93	48,83		
23	Сольвент	Плівка							
24	1	Оптична щільність фону			0,06	0,07	83,33	72,05	5
25	2	Рівномірність друку			0,0096	0,006	62,50		
26	3	Градаційна точність			0,023	0,015	65,22		
27	4	Оптична щільність зображення			2,00	1,35	67,50		
28	5	Колірне охоплення друку			12855,00	11686,65	90,91		
29	6	Точність відтворення кольорів			6,00	3,73	62,17		
30	УФ	Папір							
31	1	Оптична щільність фону			0,06	0,08	66,67	79,16	2
32	2	Рівномірність друку			0,0096	0,0093	96,88		
33	3	Градаційна точність			0,023	0,017	73,91		
34	4	Оптична щільність зображення			2,00	1,46	73,00		
35	5	Колірне охоплення друку			12855	12 523,59	97,42		
36	6	Точність відтворення кольорів			6	4,29	71,50		
37	Сольвент	Папір							
38	1	Оптична щільність фону			0,06	0,08	66,67	67,45	6
39	2	Рівномірність друку			0,0096	0,0081	84,38		
40	3	Градаційна точність			0,023	0,016	69,57		
41	4	Оптична щільність зображення			2,00	1,04	52,00		
42	5	Колірне охоплення друку			12855	9 972,13	77,57		
43	6	Точність відтворення кольорів			6	5,21	86,83		
44									

Рисунок 6.7.– Розрахунок комплексних показників якості відбитків

Приклад розрахунку показника «Рівномірність друку» наведений на рисунку 6.8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Банер	УФ					Сольвент				
2		D1	D2	D3	D4			D1	D2	D3	D4
3		1,6	1,61	1,61	1,59			1,5	1,51	1,5	1,49
4	Дср	1,6025					Дср	1,5			
5	Квад. Откл	6,25E-06	5,63E-05	5,63E-05	0,000156		Квад. Откл	0,010506	0,008556	0,010506	0,012656
6	Сум.кв.откл	0,000275	0,000275				Сум.кв.откл	0,042225	0,0002		
7											
8		m=	0,009574					m=	0,008165		
9	эталон	0,0096					эталон	0,0096			
10			99,73199						85,05173		
11											
12											
13	Плівка	УФ					Сольвент				
14		D1	D2	D3	D4			D1	D2	D3	D4
15		1,54	1,55	1,55	1,53			1,35	1,35	1,36	1,36
16	Дср	1,5425					Дср	1,355			
17	Квад. Откл	0,003906	0,002756	0,002756	0,005256		Квад. Откл	0,063756	0,063756	0,058806	0,058806
18	Сум.кв.откл	0,014675	0,000275				Сум.кв.откл	0,245125	0,0001		
19		m=	0,009574					m=	0,005774		
20											
21	эталон	0,0096					эталон	0,0096			
22			99,73199						60,14065		
23											
24	Папір	УФ					Сольвент				
25		D1	D2	D3	D4			D1	D2	D3	D4
26		1,46	1,46	1,45	1,44			1,04	1,03	1,05	1,04
27	Дср	1,4525					Дср	1,04			
28	Квад. Откл	0,020306	0,020306	0,023256	0,026406		Квад. Откл	0,316406	0,327756	0,305256	0,316406
29	Сум.кв.откл	0,090275	0,000275				Сум.кв.откл	1,265825	0,0002		
30											
31		m=	0,009574					m=	0,008165		
32	эталон	0,0096					эталон	0,0096			
33			99,73199						85,05173		
34											
35											
36											

Рисунок 6.8 – Приклад розрахунку показника «Рівномірність друку»

6.2 Експертна оцінка якості друку

Експертний метод ґрунтується на усередненні оцінок параметрів якості групою фахівців – експертів.

Кожен експерт при вирішенні будь-якої задачі має право давати тільки одне значення результату дослідження, яке відповідно до правил метрології є

випадковою величиною. Використовується чотирьохступенева процедура отримання оцінок: організація опитувань, проведення опитувань, обробка результатів опитувань і отримання оцінок; аналіз результатів.

Існує шість основних методів опитувань експертів:

- метод переваги;
- метод рангу;
- перший метод попарного порівняння;
- другий метод попарного порівняння;
- метод повного попарного порівняння;
- метод послідовних порівнянь.

В даному експерименті віддалася перевага методу рангу. Для проведення дослідження виходячи з особливості оцінювання обрано 5 експертів.

Для кожного з експертів ставилася задача пронумерувати відбитки від 1 до 6, де 1 – найгірша якість, 6 – найкраща. Оцінювання експертів наведено в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Оцінювання експертів

Відбитки	Експерти					Сума балів	Ранг
	№1	№2	№3	№4	№5		
УФ друк на банерній тканині	6	5	6	5	6	28	1
Сольвентний друк на банерній тканині	4	3	4	3	3	17	4
УФ друк на самоклеючій плівці	3	4	3	4	4	18	3
Сольвентний друк на самоклеючій плівці	1	2	2	2	1	8	5
УФ друк на просвітному папері	5	6	5	6	5	27	2
Сольвентний друк на просвітному папері	2	1	1	1	2	7	6

За допомогою простого порівняння якості відтворення тестового тексту та зображення, 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).

У процесі відбору експертів значну увагу приділяють узгодженістю 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. Часто для цього використовують не один, а кілька об'єктів досліджень, які в залежності від їх значимості розставляють за шкалою порядку, тобто визначають їх ранг. Такий вимір часто називають ранжуванням, а в міру узгодження рішень групи експертів, приймають так званий коефіцієнт конкордації (узгодженості), який визначається за формулою:

$$K_w = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}, \quad (6.1)$$

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.

Підставивши отримані дані у формулу коефіцієнта конкордації, отримаємо наступний результат:

$$K_w = \frac{12 \cdot 401,5}{5^2(6^3 - 6)} = 0,903.$$

$K_w = 0,903$ говорить про наявність високого ступеня узгодженості думок експертів. При порівнянні результатів експертної оцінки з комплексним показником ми бачимо повне узгодження ранжування оцінюваних відбитків. Це дає змогу стверджувати, що комплексну оцінку якості широкоформатного друку можна рекомендувати для практичного використання на підприємстві.

Досліджені характеристики дають змогу виявити «вузькі» місця під час друку, та ліквідувати їх на етапі калібрування та настроювання технологічного процесу.

7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У даному розділі атестаційної роботи проведений розрахунок на НДР. 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 [23].

7.1 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 7.1.

Таблиця 7.1 – 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

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

$$ЗП = ЗП_{д} \times ТМ, \quad (7.1)$$

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.

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

$$ЗП_{д} = \frac{ЗП_{м}}{22}, \quad (7.2)$$

де $ЗП_{м}$ – місячний оклад,

22 – кількість робочих днів у місяці.

Середньоденний заробіток менеджера проекту за формулою (7.2):

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

Середньоденний заробіток дизайнера за формулою (7.2):

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

Середньоденний заробіток оператора за формулою (7.2):

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

Середньоденний заробіток експерта за формулою (7.2):

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

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

Заробітна плата менеджера проекту за формулою (7.1) становить:

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

Заробітна плата дизайнера за формулою (7.1) становить:

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

Заробітна плата оператора проекту за формулою (7.1) становить:

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

Заробітна плата есперта за формулою (7.1) становить:

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

Дані, отримані в результаті розрахунків, наведено у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – 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:

$$СВ = 0,22 \times ЗП, \quad (7.3)$$

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

0,22 – ставка податку (СВ),

ЗП – заробітна плата виконавців НДР, грн.

Соціальний внесок за формулою (7.3) становить:

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

7.2 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: 2 шт. механічних олівці та 2 шт. блокноти. 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 7.3).

Таблиця 7.3 – 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	Олівець механічний	шт.	5,00	2	10,00
Разом за основні матеріали					70,00
Допоміжні матеріали (10% від основних)					7,00
Разом за основні і допоміжні матеріали					77,00

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 7.4 та таблиці 7.5.

Таблиця 7.4 – Вартість персонального комп'ютера та пристроїв

№ 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 7.5 – 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:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (7.4)$$

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 7.6.

Таблиця 7.6 – 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 7.7 зведено загальні витрати на використання основних засобів, необхідних під час науково-дослідницької роботи.

Таблиця 7.7 – 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 7.8.

Після розрахунку необхідної кількості електроенергії визначено суму витрат на електроенергію.

Таблиця 7.8 – 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.

$$Z_e = M \cdot t \cdot T_{кВт}, \quad (7.5)$$

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 (7.5), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію:

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

Оплата послуг зв'язку.

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

Вартість послуги розраховується за формулою:

$$ЗВ = t_{зв} \times T_{зв}, \quad (7.6)$$

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 200,00 грн./міс. Часові витрати на розробку технології складають 22 дні.

Адміністративні витрати (V_a) включають витрати на організацію та управління господарчим процесом, орендну плату за приміщення, заробітну плату адміністрації, плату за послуги банків тощо. Приймаються у розмірі 20% від заробітної плати:

$$V_a = 0,2 \times 14\,863,32 = 2\,972,66 \text{ грн.} \quad (7.7)$$

Результати розрахунку собівартості проведення НДР наведені в таблиці 7.9, 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 7.9 – 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	77,00
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	2 972,66
Витрати разом			20 043,53
ПДВ (20%)			4 008,7
Витрати з урахуванням ПДВ			24 052,23

7.3 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:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}| \quad (7.8)$$

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 (7.8):

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

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 – 14 863,32 грн. (74,16%). Виходячи із розрахунків, видно, що собівартість розробки проекту становить 24 052,23 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%.

ВИСНОВКИ

В останні роки значно збільшилися обсяги використання широкоформатного друку. Ріні технології друкування, різні матеріали зумовлюють використання цього виду друку для виготовлення самої різноманітної продукції – від невеликих банерів до масштабних брендмауерів та транзитної реклами. Все це актуалізує проблему оцінки та контролю якості широкоформатного друку. Проведений аналіз показав, що дана проблема є недостатньо вивченою. Тому в даній атестаційній роботі магістра досліджена проблема контролю якості широкоформатного друку на різних матеріалах.

В атестаційній роботі проведено аналіз літературних джерел за темою дослідження та досліджено особливості технологій та матеріалів, які використовуються для широкоформатного друку. 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 і розроблений тест-об'єкт для проведення дослідження.

В експериментальній частині роботи з урахуванням результатів теоретичних досліджень і вимог технічного завдання проведено експериментальне дослідження якості друку на різних матеріалах; розроблена методика комплексної оцінки якості друкування в широкоформатних принтерах.

Для об'єктивного оцінювання якості друку була використана не тільки кількісна оцінка обраних показників якості, але й експертне оцінювання суб'єктивних параметрів, які впливають на якість отриманої продукції. Експериментальні дослідження проводились в умовах діючого поліграфічного підприємства, яке спеціалізується на виготовленні широкоформатної продукції і має в своєму парку обладнання широкоформатні плотери.

Друкування виконувалось на матеріалі, який використовується у виробничому процесі. Це дозволило виявити проблемні місця щодо якості широкоформатного друку на цьому підприємстві та надати необхідні рекомендації щодо покращання процесу широкоформатного друку для підприємства.

Досліджені характеристики дають змогу виявити «вузькі» місця під час друку, та ліквідувати їх на етапі калібрування та настроювання технологічного процесу.

При порівнянні результатів експертної оцінки з комплексним показником ми бачимо повне узгодження ранжування оцінюваних відбитків. Це дає змогу стверджувати, що комплексну оцінку якості широкоформатного друку можна рекомендувати для практичного використання як типову на аналогічних підприємствах.

Розроблена методика придатна для оцінки всіх видів цифрового друку на таких матеріалах, як банерна тканина, просвітній папір, та інтер'єрна плівка. Комплексний підхід до оцінювання якості дасть можливість уникнути суперечок і розбіжностей між виробником і замовником.

Також в атестаційні роботи магістра було проведено економічний аналіз науково-дослідницької роботи, розрахована вартість цього дослідження, яка становить 24 052,23 грн. Витрати, на дане дослідження окуплять себе в наступні роки. Реалізація даного дослідження є ефективною, тому що дозволить мінімізувати відсоток браку та відходів, а також покращити якість продукції. Зменшення браку та відходів становить 5%.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 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.
2. Тенденції у друці зовнішньої реклами. URL: <https://print-info.ru/articles/pechat-naruzhnoj-reklamy.html> (дата звернення: 25.10.2020).
3. Пашуля П.Л. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії. К.: ІЗМН, 1997. 288 с.
4. ДСТУ ISO 9000-2001. Системи управління якістю. Вимоги. Введ. 2001-11-1. К: Держстандарт України, 2001.
5. Филин В. Методы контроля качества печати // Мир Этикетки. 2001. №3.
6. Методы оценки контроля качества. URL: <http://www.as-media.ru/encus/qualitycontrol01.html> (дата звернення: 25.10.2020).
7. Белкин Д. Методика тестирования и профилирования печатного процесса // Флексо Плюс. 2002. №4.
8. Кульбич І.К., Лотоцька О.І. Оцінка якості відбитків при цифровому друці // Технологічні процеси. 2013. С. 25-39.
9. X-rite 518 SpectroDensitometer. URL: https://ansystem.com/gretamacbeth/?code_no=5602106 (дата звернення: 25.10.2020).
10. i1Basic Pro UVcut (Eye-One Basic Pro UV Cut). URL: https://www.ansystem.com/gretamacbeth/?code_no=2731559#description (дата звернення: 25.10.2020).
11. Шашлов А.Б., Уарова Р.М., Чуркин А.В. Основы светотехники. М: МГУП, 2002.
12. Что такое широкоформатная печать?. URL: <https://on-print.ua/news/chto-takoe-shirokoformatnaya-pechat/> (дата звернення: 25.10.2020).
13. Все, що ви не знали про широкоформатний друк і боялися запитати. URL: <https://wolf.ua/uk/large-format-printing/> (дата звернення: 25.10.2020).

14. Лисицын А. Подготовка изображений для печати // Флексо Плюс. 2010. № 1.
15. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 263 с.
16. Широкоформатный принтер Gongzheng ThunderJet C1601S. URL: https://www.orly.dp.ua/catalog/printers_and_equipment/printers/421/ (дата звернення: 25.10.2020).
17. Широкоформатный принтер Gongzheng GZM3200UV. URL: https://www.orly.dp.ua/catalog/printers_and_equipment/printers/413/ (дата звернення: 25.10.2020).
18. Спектрофотометр/денситометр GretagMachbeth SpectroEye // КомпьюАрт. 2004. №7.
19. Плівка Ritrama для широкоформатного друку RI серії. URL: <https://factorial.ua/products/plenka-ritrama-dlya-shirokoformatnoj-pechati-ri-serii/> (дата звернення: 25.10.2020).
20. Папір SKYLIGHT City Light 150г. URL: <https://promdesign.ua/bumaga-skylight-city-light-150g-33> (дата звернення: 25.10.2020).
21. Банер (банерна тканина). URL: <https://plastics.ua/viscom/ua/products/print/banner-fabric/> (дата звернення: 25.10.2020).
22. ISO 12647-2:2004 Технология цветной печати – Управление процессами производства пробных отпечатков и печатных форм методом полутонового цветотделения. Часть 2: Офсетные литографические процессы.
23. Дурняк Б.В., Ткаченко В.П., Чеботарьова І.Б. Стандарти в поліграфії та видавничій справі: довідник. Львів: Вид-во УАД, 2011. 320 с.
24. Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів, робіт для студентів денної та заочної форми навчання усіх спеціальностей / Л.В.Соколова, О.І. Горбач, С.В. Гришко, Є.В. Діденко, Л.В. Левченко, Г.М. Путятіна, В.Г. Харченко. Харків: ХНУРЕ, 2015. 49 с.