

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Медіасистем та технологій
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження систем кольоровідтворення
при цифровому друці
(тема)


Виконав:
студент 5 курсу, групи КТСВПВ-21-1

 Карась В.В.
(прізвище, ініціали)

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

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма
Комп'ютерні технології та системи
видавничо-поліграфічних виробництв
(повна назва освітньої програми)

Керівник  доц. Колесникова Т.А.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри МСТ

(підпис)

Дейнеко Ж.В.
(прізвище, ініціали)

2022 р.

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)
« 31 » жовтня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ *Карась Владислав Вячеславівні* _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ *Дослідження систем кольоровідтворення при цифровому друці* _____
затверджена наказом по університету від _____ 31 жовтня 2022 р. № 1431 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 14 грудня 2022 р. _____

3. Вихідні дані до роботи

Метою атестаційної роботи магістра є дослідження систем кольоровідтворення при цифровому друці, проведення аналізу факторів що впливають на якість друку поліграфічних виробів та стандартних підходів для якісної передачі кольору. Об'єктом дослідження є системи цифрового кольорового друку. Предметом дослідження є кольоровий охват систем кольорового друку та можливості кольоровідтворення із використанням профілей.


4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Вступ; Аналіз стану проблеми та постановка задачі; Теоретичні дослідження; Аналіз результатів дослідження; Економічна частина; Висновки; Перелік посилань; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п. 5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

Титульна сторінка; Актуальність роботи; Огляд літератури; Дослідження проблеми; Ціль, об'єкт дослідження, задачі які поставлені; Огляд дослідницької роботи; Економічна частина; Висновки; Участь у конференціях.

6. Консультанти розділів роботи (п. 6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п. 1)


Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Колесникова Т.А.		06.12.2022
Економічна частина	проф. Полозова Т. В.		19.11.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання на атестаційну роботу	31.10.2022	
2	Аналіз стану проблеми	1.11.2022	
3	Підбір технічної літератури	5.11.2022	
4	Вибір методу дослідження	10.11.2022	
5	Проведення експерименту	12.11.2022	
6	Аналіз результатів дослідження	15.11.2022	
7	Економічна частина	19.11.2022	
8	Оформлення пояснювальної записки	1.12.2022	
9	Оформлення графічної частини	5.12.2022	


Дата видачі завдання 31 жовтня 2022 р.

Студент


(підпис)

Карась В.В.

Керівник роботи


(підпис)

доц. Колесникова Т.А.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 60 с., 10 табл., 9 рис., 2 дод., 21 джерело.

ЦИФРОВИЙ ДРУК, КАЛІБРУВАННЯ, КОЛЬОРОВІ ПРОФІЛІ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, ВІДПОВІДНІСТЬ КОЛЬОРУ, КОЛЬОРОВІ МОДЕЛІ, ТЕСТОВІ ШКАЛИ, КОЛЬОРОВИЙ ВІДБИТОК.

Метою роботи магістра є дослідження систем кольоровідтворення при цифровому друці, проведення аналізу факторів що впливають на якість друку поліграфічних виробів та стандартних підходів для якісної передачі кольору.

В роботі магістра було проведено дослідження щодо систем кольоровідтворення, описано фактори що впливають на кість друку. Проведено опрацювання технічної літератури, теоретичного матеріалу, нормативних документів та стандартів. Актуальність роботи полягає у тому, сучасні технології дозволяють отримувати тисячі різноманітних відтінків не тільки на екрані але й на папері. Деякі видання, наприклад рекламні каталоги, буклети та інша рекламна продукція вимагають точного відтворення іміджевих та корпоративних кольорів, що робить дуже важливим точність кольору при друкуванні на різноманітних друкарських машинах.

Також виконане економічне обґрунтування проекту. Проаналізовані розрахунок трудовитрат та заробітної плати працівникам, розрахунок одноразових витрат і прибутку, оцінку результатів науково-дослідницької роботи.

ABSTRACT

Explanatory note of qualification work: 60 p., 10 tabl., 9 pic., 2 app., 21 sources.

DIGITAL PRINTING, CALIBRATION, COLOR PROFILES, STANDARDIZATION, COLOR MATCHING, COLOR MODELS, TEST SCALES, COLOR PRINTING.

The purpose of the master's work is studying of color reproduction systems in digital printing, the analysis of factors affecting the quality of printed products and standard approaches for quality color matching.

In the master's work it was made a research in color reproduction systems, factors affecting print quality also were described. Technical literature, theoretical material, normative documents and standards were studied. The relevance of the work lies in the fact that modern technologies allow you to get thousands of different shades not only on the screen but also on paper. Some publications, such as advertising catalogs, booklets and other promotional products require accurate reproduction of image and corporate colors, which makes color accuracy very important when printing on a variety of printing presses.

The economic justification of the project has also been completed. The calculation of labor costs and wages for employees, the calculation of one-time costs and profit, and the evaluation of the results of scientific and research work were analyzed.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	
ДОСЛІДЖЕННЯ	11
1.1 Історія появи методу цифрового друку.....	11
1.2 Особливості сприйняття кольору.....	12
1.3 Кольорова модель RGB.....	13
1.4 Кольорова модель CMYK	14
1.5 Аналіз аналогів	15
1.6 Постановка задачі дослідження.....	20
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
2.1 Обґрунтування обраної теми дослідницької роботи	22
2.2 Огляд робочого процесу керування кольором.....	24
2.3 Калібрування пристроїв	25
2.4 Стандартизація кольорового вимірювання	27
2.5 Модель CIE lab.....	29
2.6 Тестові шкали та їх значення	33
2.7 Кольорове охоплення	34
2.8 Стандарт ISO.....	38
3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	41
3.1 План та умови проведення експериментального дослідження	41
3.2 Проведення експерименту.....	41
3.3 Результати оцінки.....	43
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	48
4.1 Характеристика науково-дослідного рішення.....	48
4.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата.....	48
4.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	51
4.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	55

ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	59
ДОДАТОК А Тестова шкала.....	61
ДОДАТОК Б Тест-об'єкт	62

ВСТУП

Сучасну поліграфію неможливо уявити без застосування методів технології цифрового друку. За допомогою оперативної поліграфії з'явилась можливість друкувати вироби безпосередньо з персонального комп'ютера, без додаткових процесів до друкарської підготовки, що значно економить час на використання поліграфічної продукції. Якість відбитків з цифрової машини не поступається якості офсетної друкарської машини. Значно зменшуються витрати на вартість до друкарської підготовки, оскільки непотрібно виготовляти друкарські форми та плівки.

Цифровий друк – це сучасний метод виробництва, який виготовляє друковані відбитки з електронних носіїв [1]. Макет може знаходитись на будь-якому цифровому пристрої або персональному комп'ютері. Цей метод включає в собі макет, створений на комп'ютері, та після цього роздрукований на необхідному матеріалі. Він являє собою альтернативу традиційним методам таким як: літографія, флексографія, глибокий та високий друк.

Метод цифрового друку являє собою велику кількість вибору, можливостей та гнучкості в порівнянні з більш старими методами, такими як офсетний та флексографський друк. Сьогодні від задрукованих матеріалів споживачі очікують точні та сучасні рішення. Потрібні друкарські машини, які здатні виробляти економічний та високоякісний кольоровий друк в найкоротший час.

Цифровий друк несе в собі нанесення фарб на поверхню без використання постійних друкарських форм. Є альтернативою офсетного друку, як більш швидкий спосіб та який не потребує виготовлення друкарських форм.

У сучасному світі різноманіття кольорів та матеріалів споживач дуже часто стикається з проблемою невідповідності кольорів на екрані та відбитку. Відтінки на екрані та на папері не збігаються з різних факторів, з яких, перш за все, слід відзначити різну природу кольору на моніторі та на якомусь

матеріалі. Будь-який відтінок на моніторі – результат кольорового світіння, тоді як папір, синтетична тканина та будь-який інший матеріал не виробляють власного світла, а лише відображають навколишній. Є багато інших факторів, які впливають на підсумкову якість передачі кольору під час друку.

Слід зазначити, що кольорові профілі також є важливим складовим елементом якісного та влучного отримання необхідних кольорів. Колірний профіль ICC (International Color Consortium) – це набір даних, що характеризує реальний колірний пристрій (монітор, принтер тощо) або просто будь-який колірний простір (абстрактний колірний пристрій) [2]. Більшість європейських офсетних та цифрових друкарень використовують управління кольором для необхідної кольоропередачі у своїй повсяк-денній роботі. Однак існує непорозуміння того, наскільки добре профілі підтримують узгодження між однаковими кольоровими одиницями. Декілька параметрів у конструкції та використанні профілю впливають на остаточний результат кольору. Виробництво друку з використанням ICC-профілів потребує кращої спільної роботи. Використання неспеціалізованих профілів принтера може призвести до неоптимального кінцевого результату.

У всіх профілів є деякі загальні настройки, проте ці налаштування ICC-профілю виставлені виключно для того випадку, для якого були розроблені. При відхиленні від початкових налаштувань передача зображення стане менш точною. Профілі можуть бути загальними в залежності від: виду паперу і якості паперу, її маси і т. д., процесу друку і калібрування обладнання, фарби та ін.

Процес виконання кваліфікаційної роботи передбачає виконання низки послідовних етапів.

В розділі «Аналіз стану проблеми та постановка задачі дослідження» містить аналіз вихідних даних завдання. Визначено цілі та задачі, які необхідно вирішити в процесі проведення дослідницької роботи та, що є результатом виконання атестаційної роботи.

В розділі «Теоретичні дослідження» надані основні теоретичні відомості, які відносяться до теми науково-дослідницької роботи. Обґрунтовано тему обраної роботи, розглянуто основні державні стандарти супроводжуючі дану тему.

В розділі «Аналіз результатів дослідження» проведено дослідницький експеримент, отримано результати та зроблені висновки. Підсумком даного розділу є виконана робота магістра.

В економічній частині зроблено економічне обґрунтування проведених робіт, розраховано трудовитрати та заробітна плата працівникам, розраховано одноразові витрати і прибуток, проведено оцінку результатів науково-дослідницької роботи.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, аналізу стану проблеми та постановка задачі, теоретичних досліджень, аналізу результатів дослідження, економічного обґрунтування проекту, висновків, переліку посилань та додатків.

Пояснювальна записка складається з сторінок.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Через бурхливий розвиток галузі друкарства існують різноманітні способи друку в залежності від потреб споживача. Для кожного методу існують особливі умови та вимоги до макетів. Якість кольорового друку оцінюють за значною кількістю показників: оптична щільність фону, рівномірність друку, оптична щільність зображення, градаційна передача, роздільна здатність друку, роздільна здатність та ін.

Особливе значення має оцінка кольоровідтворення. Якість відтворення кольорів - один з основних показників якості друку кольорового принтера. У зв'язку з цим дослідження в галузі кольоровідтворення в цифровому друку є актуальними. Отже, роздивимось основні поняття.

1.1 Історія появи методу цифрового друку

Все почалося у 1938 році, коли Честер Карлсон отримав перший "електрофотографічний" відбиток [3]. У 1948 р. цей винахід назвали "ксерографією", а компанія Haloid випустила у світ першу комерційну установку Xerox Model A Copy Machine - першу серію копіювальних апаратів або "ксероксів", як ми звикли їх називати. Компанію Haloid перейменували на Xerox. Надалі розробки цієї компанії надали велике значення у розвитку та становленні абсолютно нового виду друку - цифрового. У 1969 р., Гаррі Старквезер, співробітник дослідницької ролестерської лабораторії, довів, що зображення можна переносити на папір за допомогою лазерного променя з його подальшою ксерографічною печаткою. Перший принтер був розроблений у 1972 році. У ньому застосовувався гелій-неоновий газовий лазер, розташований на дещо модифікованому копіювальному апараті. Така система вперше забезпечила гідну якість відбитків 500 dpi, швидкість друку при цьому становила 60 сторінок за хвилину.

У ХХ столітті на ринку з'явилися перші кольорові цифрові системи. Нову цифрову технологію можна було дійсно назвати революційною, оскільки вона абсолютно відрізнялася від усіх, створених раніше "традиційних" технологій друку, що мають постійну друкарську форму. Основною відмінністю нової технології друку від попередніх була можливість зміни зображення, що друкується, перед перенесенням зображення на носій таким чином, щоб будь-яка наступна копія могла відрізнитися від попередньої будь-якої (текстової або графічної) частиною. Незважаючи на те, що з часу появи першого цифрового обладнання минуло вже близько 20 років, цифровий друк продовжує залишатися єдиною технологією, яка надає замовникам поліграфії таку можливість. Іншою характерною рисою цифрового друку, недосяжною для інших технологій друку, є оперативність запуску до друку нового тиражу, пов'язана з відсутністю необхідності здійснення тривалого процесу додрукарської підготовки та приладки друкарського обладнання.

1.2 Особливості сприйняття кольору

Колір – це суб'єктивне сприйняття світлової хвилі певної частоти та довжини. На нього впливають освітлення (і природне з урахуванням часу доби, і штучне), зір і навіть настрої та здоров'я [4].

Колірний профіль монітора та друкарської техніки. Різне обладнання має різні алгоритми відображення відтінків і відрізняється роздільною здатністю монітора. Параметри відрізняються між різними марками – біля комп'ютера та друкарської машини вони навряд чи збігатимуться.

Якість та параметри паперу. Точна передача кольору можлива на ідеально білому папері середньої щільності без вкраплень. Наявність власного відтінку, занадто висока і дуже низька щільність, глянець, включення спотворюють передачу кольорів.

Під час друку має значення також вологість повітря та температура в приміщенні, а також інші не завжди усвідомлювані фактори. Щоб

упорядкувати різноманіття відтінків, використовують колірні моделі – формалізовані схеми кількісного опису кольорів через обмежений набір базових тонів. Розглянемо дві основні сучасні моделі.

1.3 Кольорова модель RGB

RGB – це скорочення від назв трьох базових кольорів хроматичного спектру, що лежать в основі цієї моделі: червоного (red), зеленого (green) та синього (blue). Кожен з них має насиченість від 0 до 255, і різні їх комбінації утворюють 16777216 відтінків. Так як фізично це змішання кольорового світла, нульові значення для кожного із трьох початків дає білий колір, а максимальні (по 255 для червоного, зеленого та синього) – справжній чорний тон.

Колірна модель RGB ідеальна для будь-яких екранів. Якщо ви створили векторне зображення і хочете експортувати його в растр, використовуйте цю систему відтінків, інакше ви отримаєте некоректну картинку. виправити її, втім, неважко: відкрийте растр Paint, проведіть лінію чи поставте крапку, а потім закрийте програму без збереження змін. Картинка набуде кольорів, але за яскравістю вони поступатимуться зображенням, експортованим у RGB. Принтери чудово і з високою точністю передають відтінки растрового файлу моделі RGB.

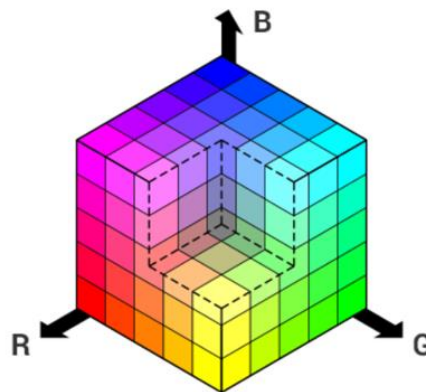


Рисунок 1.1 – кольорова модель RGB

1.4 Кольорова модель СМУК

СМУК – це скорочення від назв чотирьох базових кольорів, що лежать в основі цієї моделі: блакитний (cyan), пурпуровий або малиновий (magenta), жовтий (yellow) та ключовий (key color), яким є чорний (black). Останній колір потрібен, тому що змішання всіх чотирьох тонів дасть на практиці не чорний, а дуже темний брудний коричневий, схожий на відтінок вицвілої чорної футболки. Відсутність усіх чотирьох початків дає, звичайно, білий.

Точну кількість відтінків, що передаються моделлю СМУК, встановити неможливо, тому що вони утворюються змішуванням основних тонів у різних пропорціях. Але це змішання не описує відтінок, а лише дозволяє передати його на матеріалі, тому що саме залежить від якості фарби та паперу. Ця схема застосовується у друкарнях під час друку зображень на професійному устаткуванні, у поліграфічному виробництві. Якщо ви готуєте макет передачі до друкарні, зробіть налаштування в СМУК і збережіть файл з цією моделлю.

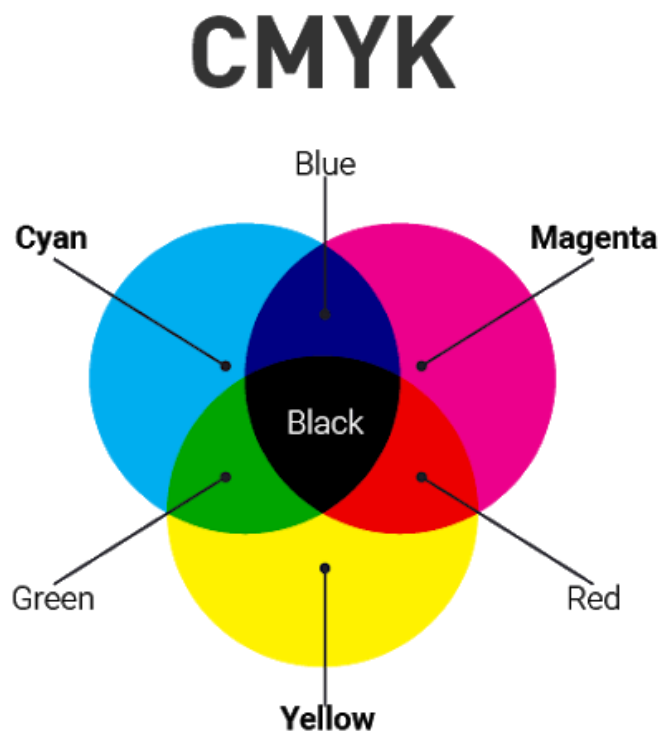


Рисунок 1.2 – Кольорова модель СМУК

1.5 Аналіз аналогів

Для кожного способу друку є власні налаштування, отже роздивимось деякі з них.

Багато людей обирають офсетний друк через можливість замовляти великі накладі продукції та високе кольорове охоплення. Офсетний друк – це технологія друку, за якої фарба з друкарської форми переноситься на папір не безпосередньо, а через проміжні циліндри, офсетні вали [5]. Серед основних вимог для кольорових зображень виділяють такі (рис. 1.1):

- кольорова модель СМУК або градації сірого, 8 біт/канал;
- мінімальна кольоровість не менше ніж 20%;
- максимальна кольоровість не більше ніж 300%;
- колірний профіль не вбудовувати;
- насичено чорний С-50 М-50 Y-50 К-100;
- дрібний текст С-0 М-0 Y-0 К-100;
- сірий не більше С-0 М-0 Y-0 К-80;
- роздільна здатність 300 dpi.



Рисунок 1.1 – Офсетна друкарська машина

Для великих накладів із складними кольорами та зображеннями барвистістю 4+0 або 4+4 рекомендовано робити кольоропробу. Сучасна цифрова кольоропроба друкується струминним способом на спеціальному кольоропробному папері.

Зрештою, головний показник якості кольоропроби – її відповідність реальному тиражу. У ділових відносинах прийнято оперувати формальними критеріями. Для кольоропроби таким є проходження контрольного тесту на різниці кольорів.

Методика полягає в тому, що береться стандартний набір поєднань тріадних фарб (CMYK), що друкується на кольоропробі. Наприклад, контрольна шкала UGRA/FOGRA Media Wedge (рис. 1.2).

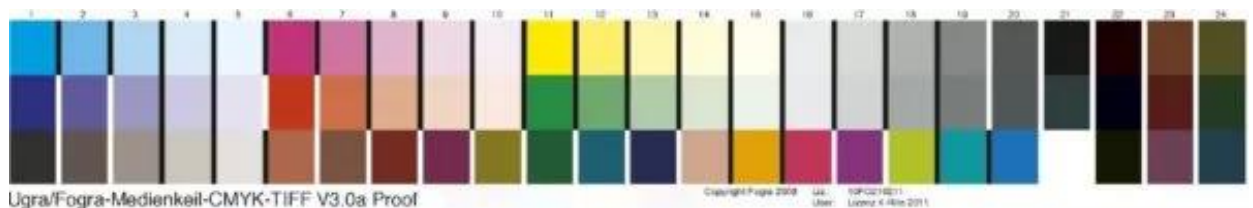


Рисунок 1.2 – Контрольна шкала

Потім вимірюється колір елементів контрольної шкали. Дані порівнюються з еталонними значеннями обраного друкованого процесу, наприклад, листовий офсетний друк на крейдованому папері за стандартом ISO 12647-2. Якщо відхилення не перевищують певних допусків, тест вважається пройденим.

Інший сучасний метод друку – це цифровий друк (рис. 1.3). Через швидкість та можливість друкувати невеликі зазнав успіху в оперативних друкарнях. За умови технологічного процесу цифрового друку, при використанні точно відповідного ICC-профілю в ході друку повинно вийти зображення, але на практиці отримуємо невідповідність кольорі між зображенням на моніторі та на папері. У процесі друку можливі різні варіації і зміни через використання різних видів паперу. Щоб обмежити ці варіації існують вже готові ICC-профілі для друку з різними параметрами. У друкарнях

застосовують універсальні профілі кольороподілу, закріплені в стандарті ISO 12647 профіль для крейдованого паперу-Fogra39. Рекомендований растр: 150-300 точок на дюйм, сумарний ліміт фарби: 270-300%.



Рисунок 1.3 – Цифрова друкарська машина

Флексографський спосіб друку (рис. 1.4). Через можливість використання широкого спектру матеріалів для способів реалізації набрав популярність серед виготовлення етикеток. Продуктом флексографічного друку можуть бути самоклеючі етикетки, наклейки та стікери, термобілетки, упаковка, у тому числі гнучка. Для флексографії поширюються такі вимоги:

- роздільна здатність 300 dpi – для високоякісних CMYK та Grayscale зображень;
- колірна модель растрових зображень – CMYK;
- при використанні технології Multicolor – колірна модель растрових зображень – RGB;
- кольори з віяла Pantone повинні мати назву виду “PANTONE 356 C”;

- колірні розтяжки (у межах одного об'єкта) не повинні закінчуватися нульовим значенням тони (min. 3-5%). Не допускаються комбіновані градієнти, що містять спецколір;
- для узгодження кольору необхідно надати зразок упаковки.



Рисунок 1.4 – Флексографська друкарська машина

Тамподрук - одна з найпопулярніших технологій нанесення зображення на промпродукцію та бізнес-подарунки. Це вид глибокого друку, у процесі якого фарба переноситься з друкованої форми на виріб за допомогою спеціального тампона. Найчастіше метод використовують для брендування затребуваних і масових промодарунків з плоскою або опуклою поверхнею, але застосовують і для друку на дорогих сувенірах із пластику, силікону тощо.

Для методу тамподруку існують такі вимоги для макетів (рис. 1.5):

- масштаб зображення: 1:1;
- шрифти: повинні бути переведені у криві або до файлу доданий шрифт;
- заливки та контур: кожен колір макета – має бути один окремий злитий шар (один об'єкт, одна заливка), товщина ліній дорівнює нулю або лінія відсутня;

- кольорова модель: СМУК. Кожен колір (шар) має бути пофарбований у колір друку. Тобто, наприклад, чорна – 0/0/0/100 (100% black);
- мінімальна гарантована товщина елемента: 0,2 мм. Елементом вважається як друкарська плашка, так і пробільний елемент;
- трепінг: 0,1 мм. При багатобарвному друку, як правило, необхідний трепінг.



Рисунок 1.5 – Тамподрук

Для кожної потреби є різноманітні методи друку, але для кожного з них є необхідні вимоги до оформлення макету. Навіть з наведеними рекомендаціями на практиці не завжди можна отримати бажаний колір, при наявності складних відтінків та корпоративних кольорів. Для отримання бажаного кольору можна слідувати таким правилам:

- орієнтуватися на каталог Pantone, в якому кожний колір має власне кодування та назву;
- перед кожним накладом робити кольоропроби або зробити кольоропробу одноразово а після замовляти калібрування за кольоропробам.

1.6 Постановка задачі дослідження

Найбільш частіші проблеми, які виникають при кольоровідтворенні на цифрових друкарських машинах:

- невідповідність кольору на відбитку із кольором, що відображається на моніторі;
- нестабільність кольоровідтворення, в одному накладі можуть бути різні відтінки одного й того ж кольору;
- цифрові друкарські машини мають менший кольоровий охоп в порівнянні з офсетним друком;
- використання системи RGB замість CMYK;
- якість та параметри паперу.

З метою усунення вище зазначених проблем потрібно провести аналіз та поставити наступні задачі атестаційної роботи:

- визначити основні проблеми які виникають при кольоровідтворенні на цифрових друкарських машинах,
- визначитися із методами вирішення зазначених проблем,
- отримати загальні поняття про профілі в макетах та цифрових друкарських машинах,
- розглянути кольорові модель RGB та CMYK та оцінити їх вплив на кольоровий відбиток при друці, що саме являє собою колір,
- дослідити як одержати відповідний колір на кольоровому відбитку,
- провести дослідження кольорового охопту на цифрових друкарських машинах.

Метою атестаційної роботи магістра є дослідження систем кольоровідтворення при цифровому друці, проведення аналізу факторів що впливають на якість друку поліграфічних виробів та стандартних підходів для якісної передачі кольору.

Актуальність роботи полягає в тому, що сучасні технології дозволяють отримувати тисячі різноманітних відтінків не тільки на екрані але й на папері.

Деякі видання, наприклад рекламні каталоги, буклети та інша рекламна продукція вимагають точного відтворення іміджевих та корпоративних кольорів, що робить дуже важливим точність кольору при друкуванні на різноманітних друкарських машинах. Треба зазначити, що для кожного типу паперу, фарб і друкарських машин існує своя калібровка та настройка профілей. Нажаль, дуже часто при прередачі кольорів з файлу на папір відбувається спотворення та невідповідність в порівнянні з макетом. У роботі розглядається фактори та проблеми кольоровідтворення в цифрових системах та при друці на цифрових друкарських машинах, запропоновані варіанти з вирішення цієї проблеми.

Об'єктом дослідження є системи цифрового кольорового друку.

Предметом дослідження є кольоровий охват систем кольорового друку та можливості кольоровідтворення із використанням профілей.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Обґрунтування обраної теми дослідницької роботи

За останні десятиріччя технології друкарської промисловості зазнали значної революції, а на ряду з ними технології графіки та графічної комунікації. Технологія, робочий процес, стратегія управління, ринки збуту та очікування замовників змінилися. Сьогодні друк являє собою один із багатьох каналів передачі інформації, до яких споживачі можуть отримати прямий доступ. Досягнення в науковій та інженерній галузі дозволяють застосовувати наукові методи для друку професійної графіки у додрукарській підготовці, виробництві та якості передачі кольору. Значення і роль друкарства змінюються, а використання друку об'єднується в декілька каналів комунікації: інтернет, мобільні пристрої та соціальні мережі.

Останні розробки в області комп'ютерів та техніки, соціальний мережах та технологіях цифрового друку дозволяють стати потужним інструментом багатоканального маркетингу та комунікацій. Завдяки цим змінам зростає попит на освічених та кваліфікованих працівників. Ці зміни призвели як до можливостей, так і до випробувань і створили потребу в цій робочій силі, яка розуміє весь графічний та друкарський процеси процес, володіє навичками необхідними для управління друкарськими операціями. Для працівників необхідно розуміти методи покращення якості, що забезпечує якісний друк, керуючи кольором і контролюючи його від пристрою введення до пристрою виводу.

Сучасні друкарні перетворились на інститути управління кольором. Сучасному робочому процесу потрібна система керування кольором (CMS) для створення якісного кольорового друку. Система керування кольором дає змогу оператору друкарської машини або дизайнеру забезпечувати точні кольори на виході незалежно від можливостей кольорового пристрою за допомогою використання належних методів керування кольором (рис 2.1).

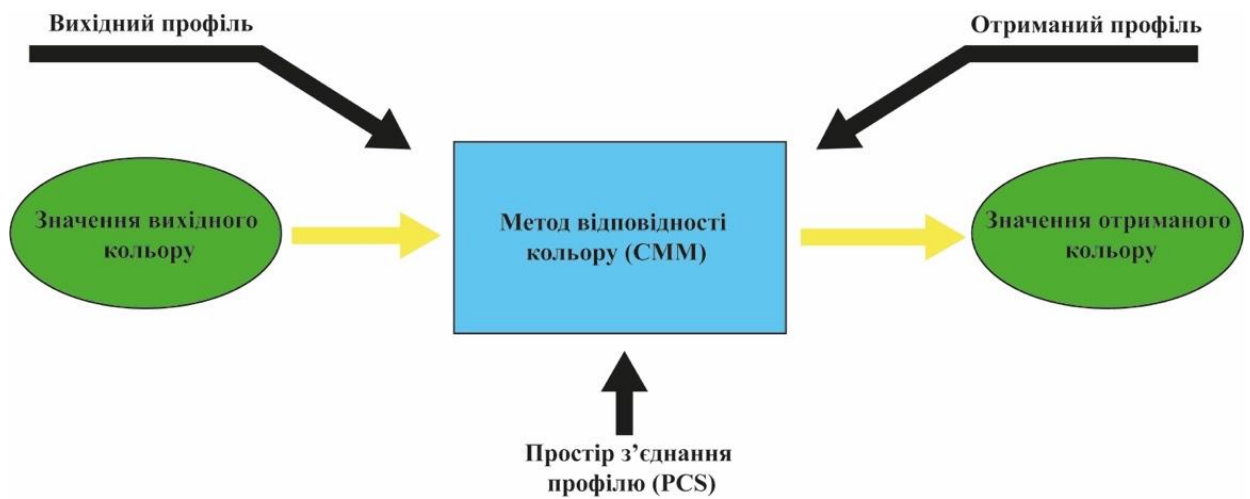


Рисунок 2.1 – Схема відтворення кольору

CMS – Color Management System – система стандартів, що забезпечує комплексне управління кольором, яка була прийнята кількома провідними в галузі поліграфії та відтворення кольорів фірмами (такими, як Adobe, Heidelberg, Kodak), і забезпечує відтворення одного і того ж кольору з одного і того ж графічного файлу однаково у різних умовах його відтворення (наприклад, на різних друкарських машинах). Це забезпечується використанням колірної профілю (даних, що описують особливості колірної простору) всередині графічного файлу при його створенні або збереженні. Після запису файлу всередині файлу буде збережена інформація про колірний простір, під який або в якому файл створювався. У випадку, якщо файл відкриватиметься в системі з іншими профілями (і, відповідно, з іншим колірним простором та охопленням), буде виконано опціональне перетворення файлу з вихідного простору на новий. При цьому екранне представлення і вид готового надрукованого файлу, в ідеалі, не повинен змінитися – візуально зображення не відрізнятиметься від вихідного, хоча за цифровими значеннями характеристики кольорів можуть дещо змінюватись.

У світі видавничих систем вперше стандарт системи керування кольором було впроваджено на платформі Macintosh, і має назву ColorSync. Трохи пізніше, з появою Windows 95 цей стандарт під назвою Color Management System (CMS) був прийнятий і на платформі PC (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Процес керування кольором

2.2 Огляд робочого процесу керування кольором

Процес керування кольором являє собою заходи, які відображають системну організацію аналогових та цифрових пристроїв, що використовуються під час друку і процес створення зображення. Кожні пристрої прагнуть створити і виробити кольори по-різному, отже завдання полягає в тому, щоб керувати узгодженістю кольорів у всьому робочому процесі. Відтворення кольорового цифрового друку передбачає фізичну та механічну взаємодію між циліндром та сухим/рідким тонером. Результатом цієї взаємодії є кольорових відбиток. Вивчення кольору є наукою, оскільки лише оптичні аспекти кольору піддаються аналізу та вимірюванню. Людське око сприймає колір більш суб'єктивно, що становить проблему відтворення зображень для поліграфічного виробництва. Вхідні пристрої такі як: сканери, цифрові камери, монітори та інші, та вихідні пристрої: принтери, друкарські машини, відтворюють кольори по-різному, оскільки вони залежать від

власних можливостей. Система керування кольором спрощує та покращує точне відтворення кольорових зображень на будь-яких пристроях.

У 1993 році було створено The International Color Consortium (ICC), який визначає стандарти для характеристик кольорових пристроїв. Характеристика пристрою представлена в якості спеціально відформатованих файлах, які називаються профілями. На жаль, використання систем керування кольором ще не вирішило всіх проблем відтворення кольорів, проте вирішило проблему із кількісним визначенням проблем.

Процес керування кольором (CMW) або система керування кольором (CMS) використовує набір апаратних засобів і програмних інструментів, що працюють разом для створення точного кольору серед різних вхідних даних, пристрої відображення та виведення. CMS складається з профілів пристроїв (характеристика пристроїв), які контролюють робочу продуктивність для сканерів, моніторів та принтерів. Механізм перетворення кольору пристрою (СММ) – це той, який інтерпретує дані кольору між сканером, дисплеєм і принтером. Механізм компенсації палітри кольорів CMS вирішує питання відмінності між кольоровими можливостями пристроїв вводу, відображення та виводу.

Незалежний від пристрою колірний простір (Profile Connection Space або PCS) – це простір, через який усі перетворення кольору відбуваються від одного залежного кольорового простору в інший (рис. 1). PCS базується на просторах (колірних моделях), отриманих від кольорового простору CIE. Цей пристрій колірної характеристики файл або профіль входить і виходить із PCS для завершення перетворення кольору

2.3 Калібрування пристроїв

Калібрування – це налаштування системи, приведення її у відповідність до коректних, ідеальними значеннями. Якщо екран комп'ютера не відкалібровано належним чином, він буде неправильно показувати кольори.

Калібрування обладнання (рис. 2.3) у графічному дизайні має на увазі приведення його до єдиного робочого стану та контроль того, що воно завжди залишається у цьому стані. Наприклад, при калібруванні екрана комп'ютера використовують відповідне програмне забезпечення та вимірювальне обладнання (колориметр) для встановлення фізичних параметрів екрану; також налаштовують баланс білого, контраст та яскравість. Калібрування офсетної друкарської машини чи цифрової друкарської машини полягає, перш за все, в оцінці точних параметрів – зокрема, розтискування точок, характеристик кольору шкали напівтонів і т.д. Їх необхідно контролювати під час друку та стежити за тим, щоб вони залишалися в прийнятному діапазоні. У наш час це найчастіше роблять з допомогою приведення обладнання у відповідність до стандартами ISO 12647.



Рисунок 2.3 – Процес калібрування принтерів

Для успішного впровадження CMS, всі пристрої (монітор, сканер або цифрова камера, а також принтер або друкарська машина), які використовуються для друку та створення зображень, мають бути відкалібровані, охарактеризовані (профільовані), а їх колірні можливості (RGB і CMYK) перетворені в незалежний колірний простір (CIE L* a* b*)

простір). Процес калібрування означає стандартизацію продуктивності пристроїв відповідно до специфікацій виробника пристрою, щоб результати пристроїв повторювались.

Процес профілювання відноситься до колориметричної оцінки продуктивності кольору пристрою та створення спеціального профілю ICC для цього пристрою. Процес характеристики вимагає апаратних засобів і програмного забезпечення CMS. Характеристики пристроїв перетворюються у формат файлу профілю ICC. Він передає вимірний кольоровий вихід пристроїв у відповідь на відомий результат. Перетворення стосується перетворення даних кольорового зображення з простору кольорів одного пристрою в інший простір пристрою. Це також відоме як перетворення кольору.

2.4 Стандартизація кольорового вимірювання

Стандартизація – це діяльність по розробці, публікації та застосуванні стандартів, за встановленням норм, правил та характеристик.

Виходячи з логіки, при використанні точно відповідного ICC-профілю в ході друку повинно вийти ідеальне зображення, але на практиці це не зовсім так. У процесі друку можливі різні варіації і зміни через використання різних видів паперу. Щоб обмежити ці варіації існують вже готові ICC-профілі для друку з різними параметрами. У друкарнях застосовують універсальні профілі кольороподілу, закріплені в стандарті ISO 12647 профіль для крейдованого паперу-Fogra39. Рекомендований растр: 150-300 точок на дюйм, сумарний ліміт фарби: 270-300%.

У всіх профілів є деякі загальні настройки, проте ці налаштування ICC-профілю виставлені виключно для того випадку, для якого були розроблені. При відхиленні від початкових налаштувань передача зображення стане менш точною. Профілі можуть бути загальними в залежності від: виду паперу і якості паперу, її маси і т. д., процесу друку і калібрування обладнання, фарби та ін.

Навіть з наведеними рекомендаціями на практиці не завжди можна отримати бажаний колір, при наявності складних відтінків та корпоративних кольорів.

Для отримання бажаного кольору можна слідувати таким правилам:

- орієнтуватися на каталог Pantone, в якому кожний колір має власне кодування та назву;
- перед кожним накладом робити кольоропроби або зробити кольоропробу одноразово а після замовляти калібрування за кольоропробам.

Одержання кольоропроби – важливий етап у виготовленні поліграфічної продукції. Він полягає в роздруківці фрагмента тиражу, що відображає реальні відтінки всіх кольорів, які використовуються на замовлення. Такий документ дозволяє наочно оцінити результати друку. У процесі виконання замовлення затверджена замовником роздруківка є орієнтиром коригування колірної гами.

Для отримання максимально точної кольоропроби необхідні спеціальні пристрої та дотримання умов міжнародного стандарту ISO 12647-7, що потребує певних витрат. Тому у деяких випадках цей етап друку економічно не вигідний і його можна пропустити. Він не потрібний при замовленні простої поліграфічної продукції – листівок, плакатів, буклетів, друку малого тиражу.

Документ, що відповідає ISO 12647-7, називають контрактною кольоропробою. У ній мають бути: зображення, контрольна шкала кольорів, що відповідає параметрам Ugra/FOGRA Media Wedge, відсотки відхилення базових кольорів, полів та тонів. Така роздруківка є офіційною, її використання прописується у договорі виконання поліграфічного замовлення.

Стандарт ISO 12547 встановлює сукупність параметрів технологічного процесу та значення цих параметрів, які стають обов'язковими для застосування при підготовці кольороподілених форм для чотирифарбового офсетного друку, або при виготовленні чотирифарбових кольорових відбитків будь-яким з наведених нижче способів: із застосуванням термостатичної сітки, багатобарвного друку з подачею паперу по окремим листам або безперервно з рулону, або пробний друк для перерахованих вище процесів: друк пробних

відбитків для напівтонових гравюр. Параметри та значення вибрано з урахуванням закінченого технологічного повного процесу, що включає всі необхідні етапи: «коліроподіл», виготовлення друкованих форм, пробний друк відбитків, масовий друк, що завершує обробку поверхні».

Для оптичної щільності існують нормативні документи для вимірювання стандартизованих значень (табл. 2.1)

Таблиця 2.1 – Стандартизовані значення оптичної щільності

Тип паперу	1	2	3	4	5
Оптична щільність кольору					
Сяан	1,52/1,66	1,38/1,54	1,35/1,57	1,00/1,10	1,03/1,15
Папір	0,07/0,11	0,08/0,09	0,12/0,14	0,10/0,10	0,13/0,15
Magenta	1,47/1,61	1,33/1,49	1,37/1,47	0,90/1,05	0,96/1,14
Папір	0,07/0,11	0,08/0,09	0,12/0,14 0	0,10/0,10	0,16/0,19
Yellow	1,4,/1,55	1,16/1,34	1,30/1,44	0,88/1,06	0,96/1,16
Папір	0,06/0,11	0,06/0,09	0,15/0,18	0,08/0,11	0,23/0,26
Black	1,52/1,95	1,48/1,84	1,57/1,89	1,10/1,35	1,10/1,37
Папір	0,07/0,10	0,08/0,09	0,12/0,14	0,10/0,10	0,15/0,17

Для кращого розуміння виходячи із таблиці для стандарту ГОСТ ISO 12647 існують стандартизовані типи паперу розділені по групам відповідно:

- з глянцевою поверхневою шаром, без волокон та щільністю 115 г/м²;
- з матовим покриттям, без волокон та щільністю 115 г/м²;
- глянцева, рулонна з щільністю 70 г/м²;
- без покриття білого кольору, щільністю 115 г/м²;
- без покриття з жовтим відтінком та щільністю 115 г/м².

2.5 Модель CIE lab

Основна колірна модель – це колірне простір CIE Lab, математична модель, включає всі видимі кольори, які здатний сприймати людське око.

Кольори у цій моделі представлені у трьох осях координат: L – це світло від чисто білого до чисто чорного кольору, а – діапазон відтінків від червоного до зеленого, і b – діапазон відтінків від жовтого до синього (рис. 2.4).

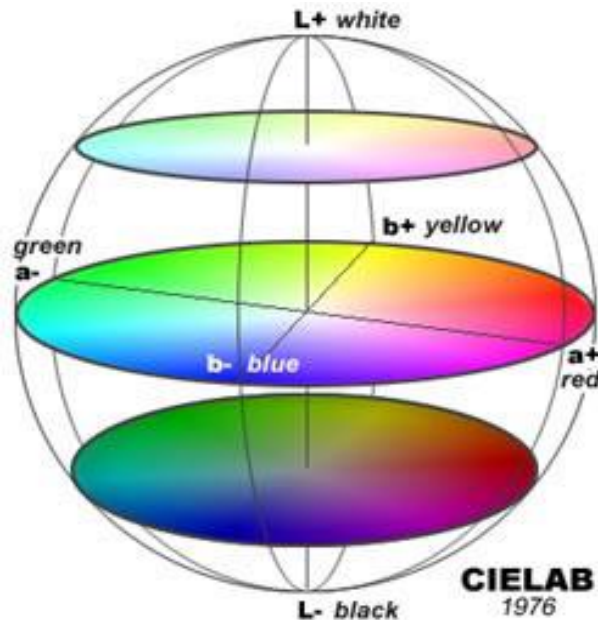


Рисунок 2.4 – Кольорова модель CIE Lab

Ця модель використовує декартову систему координат, показану на графіку. Альтернативною колірною моделлю є полярна колірною моделлю, в якій використовуються три основні характеристики кольори, такі як тон (кут розподілу випромінювання у спектрі видимого світла починається з червоного кольору і йде далі проти вартовий стрілки), насиченість (відстань від центру простору) та світлоти. Ця модель також відома у системі CIE Lab під назвою Lch. Кожен конкретний колір має у кольоровому просторі певний набір координат в залежно від моделі – Lab чи Lch. Міжнародний стандарт офсетного друку ISO 12647-2 регламентують колір офсетних фарб на відбитку в колірних координатах CIE Lab табл. 2.2-2.3).

Колір не може бути описаний лише одним параметром – щільністю, щільність вказує на товщину фарбового шару, але нічого не говорить про колір. Мало того, однаковий колір різними барвниками ми отримуємо на різних густинах. Тому регламентувати щільність неможливо без прив'язки до

конкретних фарб, конкретного класу матеріалів і навіть конкретного вимірювального приладу.

Таблиця 2.2 – Стандартизація координатів в кольоровій моделі CIELAB

Colour	Paper type ^a											
	1, 2			3			4			5		
	L^*bc	a^*bc	b^*bc	L^*bc	a^*bc	b^*bc	L^*bc	a^*bc	b^*bc	L^*bc	a^*bc	b^*bc
Black	16	0	0	20	0	0	31	1	1	31	1	2
	(16)	(0)	(0)	(20)	(0)	(0)	(31)	(1)	(1)	(31)	(1)	(3)
Cyan	54	-36	-49	55	-36	-44	58	-25	-43	59	-27	-36
	(55)	(-37)	(-50)	(58)	(-38)	(-44)	(60)	(-26)	(-44)	(60)	(-28)	(-36)
Magenta	46	72	-5	46	70	-3	54	58	-2	52	57	2
	(48)	(74)	(-3)	(49)	(75)	(0)	(56)	(61)	(-1)	(54)	(60)	(4)
Yellow	87	-6	90	84	-5	88	86	-4	75	86	-3	77
	(89)	(-5)	(93)	(89)	(-4)	(94)	(89)	(-4)	(78)	(89)	(-3)	(81)
Red, M+Y	46	67	47	45	62	39	52	53	25	51	55	34
	(47)	(68)	(48)	(47)	(67)	(43)	(54)	(55)	(26)	(53)	(58)	(37)
Green, C+Y	49	-66	24	47	-60	25	53	-42	13	49	-44	16
	(50)	(-68)	(25)	(50)	(-64)	(27)	(54)	(-44)	(14)	(50)	(-46)	(17)
Blue, C+M	24	16	-45	24	18	-41	37	8	-30	33	12	-29
	(24)	(17)	(-46)	(25)	(20)	(-44)	(38)	(8)	(-31)	(34)	(12)	(-29)
C+M+Y ^d	22	0	0	22	0	0	32	0	0	31	0	0
	(23)	(0)	(0)	(23)	(0)	(0)	(33)	(0)	(0)	(32)	(0)	(0)

Таблиця 2.3 – Допуски та відхилення значень

Parameter	Colour			
	Black	Cyan ^a	Magenta ^a	Yellow ^a
Deviation tolerance	5	5	5	5
Variation tolerance ^a	4	4	4	5

Будь-який колір має три базові складові: світло, насиченість і відтінок (тон), при зміні товщини накату фарби всі три показники змінюються різною мірою. Саме ці деталі кольору описують координати Lab, тоді як денситометрія не в змозі відрізнити світлоту від насиченості та тону: брудна темна помаранчева фарба тонким шаром матиме ту ж щільність, що і чиста світла холодна жовта фарба, нанесена шаром нормальної товщини. Однаковий

колір може мати різні щільності, щоб переконатися в цьому, достатньо виміряти денситометр шкали на кольоропробі та відбитку. Базовий принцип будь-якого репродукування, імітації кольорів навколишнього світу поліграфічними барвниками полягає в тому, що різні спектральні склади барвників та барв навколишнього світу дають однаковий колір з погляду людського ока. Однак з точки зору денситометрії щільності однакових кольорів різного спектрального складу різні. Звідси і прив'язка денситометрії до конкретної марки фарби. Стільки очевидних обмежень денситометрії не дозволяють ввести щільність у стандарти, що регламентують колір друку. Головне завдання сучасної до друкованої підготовки полягає у точній передачі інформації із цифрового файлу (оригінал-макета) на друковану форму. Класична технологія передбачає контроль фототехнічних плівок денситометром світла, що проходить. І хоча прилад даного типу, зважаючи на швидке поширення технології StP, втрачає свою актуальність, його, як і раніше, можна зустріти на багатьох підприємствах як у компактному, так і в настільному варіантах.

Традиції використання денситометра відбитого світла контролю якості багатобарвної друку беруть свій початок у минулому. Саме денситометрія у 1970-х роках створила передумови для стандартизації офсетного друку. У класичному тріадному друку денситометр є чудовим помічником, проте при контролі відбитків сумішевыми фарбами (наприклад, Pantone) можливості цього приладу обмежені, так як він виконує вимірювання тільки в зонах спектра, що відповідають тріадним фарбам.

Колір описується координатах CIE XYZ і похідних від них координатах CIE Lab. З багатьох причин у поліграфії Lab зручніше, ніж XYZ. Колірні координати CIE Lab легко трансформуються у більшості вимірювальних приладів – спектрофотометрах – чи програмах до них, координати CIE LCh. Фактично Lab і LCh - це один і той же колірний простір, просто в різному представленні координат. Світлота L у цих системах однакова, а координати кольоровості на площині в одному випадку представлені двома координатами

ab по осі абсцис та ординат, а в іншому випадку – довжиною та напрямком вектора від центру координатної сітки до заданої точки кольоровості. Тобто ми маємо справу з одним і тим самим колірним простором, з тими самими координатами, просто по-різному представленими математично. За світлоту відповідає координата L – Lightness, за насиченість – C – Chroma, за відтінок чи колірний тон – h – hue.

Головний принцип правильного накату друкарських фарб полягає в тому, щоб насиченість або Chroma була не меншою, ніж зазначено у стандарті для даного класу друкованого матеріалу. Насиченість задає необхідний за стандартом колірне охоплення, чим вище колірне охоплення, тим багатшим виглядає відбиток, тим більше кольорів навколишнього світу ми можемо передати фарбами на папері без стиснення.

2.6 Тестові шкали та їх значення

Тестові шкали розробляються для того, щоб оцінити індивідуальний результат тестування шляхом зіставлення його з тестовими нормами, отриманими на вибірці стандартизації. Вибір стандартизації спеціально формується для розробки тестової шкали – вона повинна бути репрезентативна генеральній сукупності, для якої планується застосовувати цей тест. Згодом при тестуванні передбачається, що і тестований, і вибірка стандартизації належать до однієї і тієї ж генеральної сукупності.

Вихідні тестові оцінки – це кількість відповідей ті чи інші питання тесту, час чи кількість вирішених завдань тощо. буд. Вони ще називаються первинними, чи «сирими» оцінками. Підсумком стандартизації є тестові норми – таблиця перерахунку «сирих» оцінок стандартні тестові шкали.

Існує безліч стандартних тестових шкал, основне призначення яких – подання індивідуальних результатів тестування у зручному для інтерпретації вигляді. Спільним їм є відповідність нормальному розподілу, а розрізняються

вони лише двома показниками: середнім значенням і масштабом, який визначає дрібність шкали.

Для проведення науково-дослідницької роботи була обрана тестова шкала IT8.7/3. Ця шкала використовуються для вивідних пристроїв, а саме цифрових друкарських машин, принтерів, а також для проведення спектрофотометричних вимірювань (рис. 2.5).

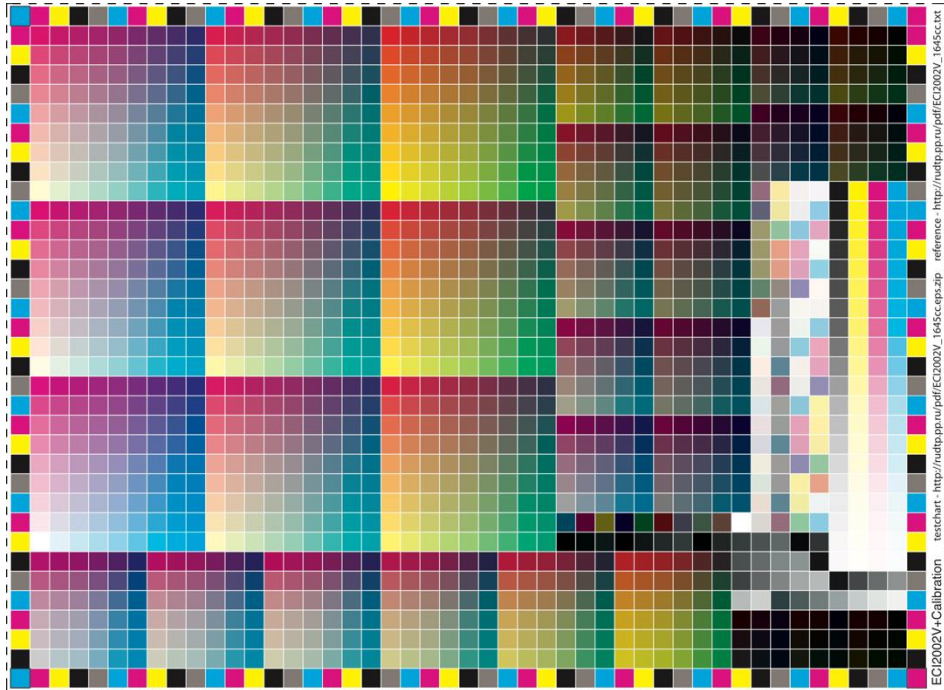


Рисунок 2.5 – Тестова шкала

2.7 Кольорове охоплення

Колірний простір – повний набір кольорів, який відповідає певній моделі подання кольору через певні колірні координати.

Пояснимо на прикладах. Колірний простір монітора – це всі кольори, які може відтворити монітор. Вони описуються RGB-координатами, які система подає відеокарті, завдяки чому ми бачимо певний колір, який відповідає RGB-значенню. Аналогічно – колірний простір принтера (колір, який можемо надрукувати), колірний простір фотоапарата (колір, який може розрізнити фотоапарат) та інше.

Колірне охоплення – замкнута область, еталонного колірному простору, всередині якої знаходяться всі можливі кольори досліджуваного колірному простору. Колір, який не може бути надрукований на вашому принтері, не входить у колірне охоплення принтера.

Виникає питання, як кількісно та якісно оцінити охоплення досліджуваного колірному простору?

Числові значення CMYK показують нам кількість фарб, які використовуються для друку цього кольору. А якщо змінимо фарби, то колір зміниться. Тобто CMYK не ставить колір. RGB? Схожа ситуація. Нам необхідний апаратно-незалежний колірний простір, колірне охоплення якого перекриває всі колірні простори, що нас цікавлять. Такий простір є. Це Lab.

Колірні охоплення (рис. 2.6) струминних чорнил є палітрою переданих ними тонів і відтінків. Крім барвників на цю властивість впливають тип носія, налаштування принтера та деякі інші фактори.

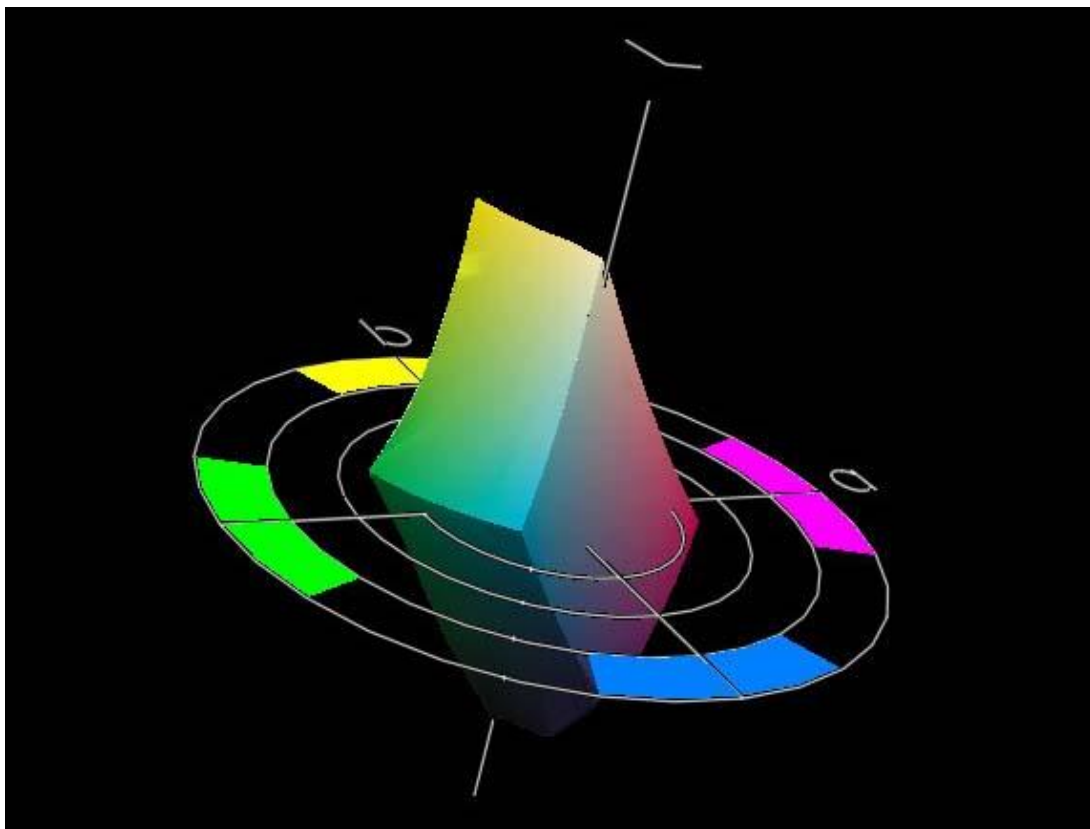


Рисунок 2.6 – Приклад кольорового охоплення

Термін «колірне охоплення» не слід плутати з терміном «передача кольору». Перше поняття дає кількісну характеристику друку, друге поняття – її якісну характеристику. Палітру барвників можна у вигляді фігури на осі координат. Усередині фігури розташовується сукупність фарб, які здатні відобразити чорнило для друку, зовні недоступні відтінки.

Ось приклад кольорового охоплення стандартної поліграфії (рис. 2.7). Тобто ті кольори Lab, які потрапляють усередину зображеної фігури, ми можемо надрукувати офсетом. А кольори поза цією фігурою ми не можемо надрукувати стандартним офсетом. Тобто вони лежать поза кольоровим охопленням стандартного офсету.

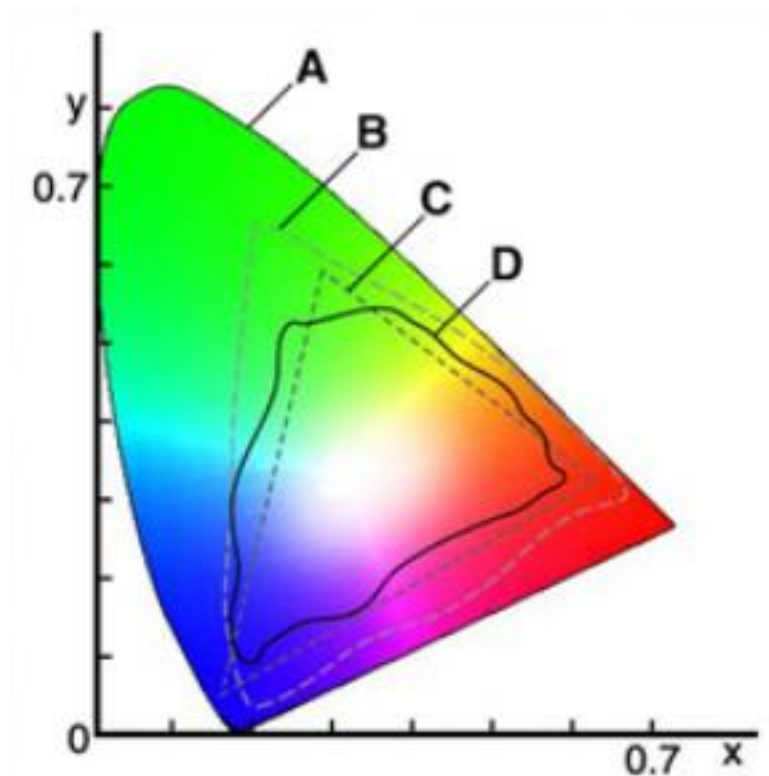


Рисунок 2.7 – Приклад кольорового охоплення

Для максимальної точності кольору необхідно максимально-можливе колірне охоплення. Найбільший вплив на колірне охоплення мають барвники, носії та технологія друку. Барвники або пігменти в чорнилі можуть бути більш менш насиченими. Концентрація їх може бути різною. Залежно від цього

колірне охоплення може бути або більше, або менше. Чорнило по-різному лягають на різні види паперу. На деяких паперах чорнило протікає глибше і, відповідно, виглядає "тьмянішим", ніж на паперах, де чорнило закріплюється в поверхневому шарі. Деякі папери "приймають" менше чорнила, і колірне охоплення на них менше. Тобто при виборі матеріалу для друку фотографій необхідно розглядати не лише зовнішні якості матеріалу, але й колірне охоплення. Адже від цього залежить точність кольору.

З погляду фізики колір – це сукупність хвиль різної довжини у видимому оптичному спектрі. Люди не бачать світлові хвилі як такі; людське око сприймає лише червоний, зелений і синій кольори, що відбиваються під певним кутом на сітківці, а також чорний та білий кольори за допомогою рецепторів сітківки, які називаються паличками. Людське око надзвичайно чутливе і може розрізняти величезну кількість кольорів та відтінків. Цей феномен був виявлений у ході дослідження зорових можливостей «стандартного спостерігача», проведеного в 1931 Міжнародною комісією з висвітлення, або МКО (з франц. – Commission Internationale de l'Eclairage, CIE). У ході цього експерименту були виведені колірні моделі, за допомогою яких можна описати кольори, видимі нами, і те, як людське око сприймає різні відтінки кольорів. Основна колірна модель – це колірний простір CIE Lab, математична модель, що включає всі видимі кольори, які здатний сприймати людське око.

Кольори у цій моделі представлені у трьох осях: координат: L – це світло від чисто білого до чисто чорного кольору, а – діапазон відтінків від червоного до зеленого, і b – діапазон відтінків від жовтого до синього. Ця модель використовує декартову систему координат, показану на графіку. Альтернативною моделлю кольорів є полярна колірна модель, в якій використовуються три основні характеристики кольору, такі як тон (кут розподілу випромінювання в спектрі видимого світла починається з червоного кольору і йде далі проти годинникової стрілки), насиченість (відстань від центру простору) і світла. Ця модель також відома у системі CIE Lab під

назвою Lch. Кожен конкретний колір має у колірному просторі певний набір координат залежно від моделі – Lab чи Lch (рис. 2.8).

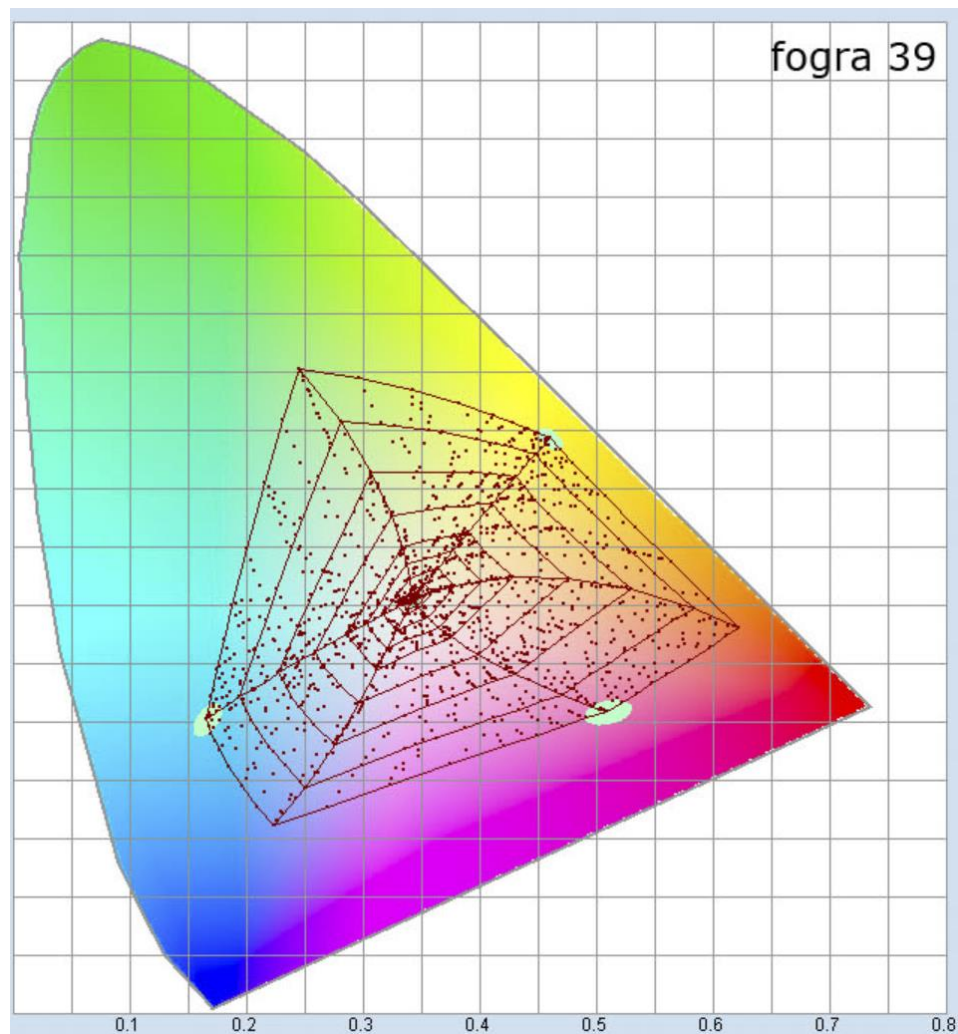


Рисунок 2.8 – Колірове охоплення профілю FORGA 39

2.8 Стандарт ISO

В наш час на виробництві все частіше використовують різні стандарти для автоматизації виробничих процесів та досягнення стабільної якості готової продукції. Стандарти також відіграють ключову роль у поліграфічній галузі, що постійно змінюється і вдосконалюється. Міжнародний стандарт ISO 12647 має назву «Поліграфічні технології. Управління процесами кольороподілу, виготовлення кольоропроб та тиражних відбитків», і 2-а його частина безпосередньо описує процес офсетного друку.

ISO 12647 – це стандарт друку, який призначений для забезпечення незмінної якості та передбачуваності друкованого процесу. Сьогодні більшість поліграфічних компаній приводять свій виробничий процес у відповідність до цього стандарту і отримують належну сертифікацію. Для споживачів це є гарантією того, що продукція, яку вони купують, відповідає постійно високому стандарту. Але це не завжди означає, що завдяки використанню стандарту видавцям вдасться досягти оптимальної якості в процесі друку. Основна мета приведення виробничого процесу у відповідність до стандарту – це забезпечення стабільності та передбачуваності друкованого процесу. Однак найчастіше буває дуже корисним дотримуватись стандартів навіть при виконанні нестандартних замовлень. В принципі, якість друку не повинна залежати від того, на якому підприємстві воно друкується, якщо всі виробники дотримуються одного стандарту.

Мета стандарту – визначити та описати ряд основних параметрів друкованого процесу, що впливають на сам процес і на кінцевий результат, та встановити чіткі цілі та значення, яких необхідно досягти у процесі друку. Він повністю описує процес, починаючи з отримання вихідного матеріалу у цифровому вигляді, параметрів методу растрування, який ви використовуєте, матеріалів та форм для друку та закінчуючи самою печаткою матеріалів та контролем якості. У ньому також враховують освітлення, у якому незалежний спостерігач має аналізувати зображення. Він визначає, який кінцевий результат необхідно отримати та які параметри впливають на цей кінцевий результат.

Одним з основних параметрів є папір – перш за все, важливий його вигляд, колірні (оптичні) параметри та поверхня. Ось п'ять стандартних видів паперу, визначених ISO 12647:

- глянцева крейдована, без вмісту деревної маси;
- матова крейдована, без вмісту деревної маси;
- глянсова крейдована, рулонна;
- некрейдована, біла;
- некрейдована, злегка жовта.

Параметри друку на папері цих двох видів зазвичай виставляють у процесі перенесення зображення на СТР-пластини. Однак у деяких випадках виробники друкованої продукції можуть вирішити повне коригування за допомогою ІСС-профілю незалежно від виду паперу і потім застосувати налаштування виду паперу за замовчуванням. Якщо параметри виду паперу не були виставлені вручну, СТР-система буде використовувати параметри за замовчуванням, і тоді коригування буде здійснено з урахуванням параметрів крейдованого паперу. У разі, якщо друкують на папері, що не крейдується, параметри обробки зображення будуть виставлені неправильно. Ми рекомендуємо налаштовувати всі процеси друку вручну і ретельно контролювати їх. Безсумнівно, цього можна досягти за допомогою інших засобів, крім повної сертифікації виробництва відповідно до стандарту ISO 12647. Отже, коли всі процеси автоматизовані, всім що беруть участь у процесі друку дуже важливо мати в своєму розпорядженні ідентичну базу налаштувань для того, щоб уникнути непорозумінь під час спілкування.

3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 План та умови проведення експериментального дослідження

Найбільш частіші проблеми, які виникають при кольоровідтворенні на цифрових друкарських машинах

- невідповідність кольору на відбитку із кольором, що відображається на моніторі;
- нестабільність кольоровідтворення, в одному накладі можуть бути різні відтінки одного й того ж кольору;
- цифрові друкарські машини мають менший кольоровий охоп в порівнянні з офсетним друком;
- використання системи RGB замість СМΥК;
- якість та параметри паперу.

У даній роботі проведено експеримент з використанням різних кольорових профілей на різних друкарських машинах для виявлення відбитку з найбільш відповідним кольором.

Важливим компонентом досліджень, що проводяться, є стабілізація умов друку. При випробуваннях використовувався папір однієї марки та щільності (100 г/м). Експеримент повинен проводитись за нормальних значень факторів зовнішнього середовища, що відповідають нормальним умовам експлуатації електрофотографічних апаратів, а саме: температура 15-25 °С; відносна вологість повітря 40-50%; атмосферний тиск 84,0-106,7кПа. Результат дослідження одержували 3 копії тест-об'єктів. Оцінку якості зображення здійснювали на отриманих контрольних копіях.

3.2 Проведення експерименту

Для проведення дослідження був підготовлений тест-об'єкт (рис. 3.1), що включає широко використовувану кольорову шкалу IT-8.7/3, зображення,

що відображають «пам'ятні» кольори (обличчя людини, рослини, фрукти, чорно-білі зображення). Шкала IT8.7/3 використовуються для вивідних пристроїв - цифрових друкарських машин, принтерів, а також для проведення спектрофотометричних вимірювань. Тестове зображення містить вбудовані профілі кольорів і створюється в робочому просторі CMYK. Профілі, які містяться в тест-об'єкті: ISOcoated_v2_есі, FOGRA39 та повна відсутність будь-якого профілю. Тест-об'єкт підготовлений під розмір друкованого відбитка 42x29,7 см з роздільною здатністю 300 пікс./дюйм.



Рисунок 3.1 – Тест-об'єкт

За результатами візуальної оцінки контрольних копій, отриманих з використанням 9 варіантів досліджуваних систем друку (3 профілей, 3 лазерні принтери), можна зробити такі висновки.

За оптичною густиною фону всі тестові відбитки показують однаковий результат - відсутній фон на ділянках без зображення.

За рівномірністю друку всі друковані системи показують рівномірний друк по всій площі відбитка, проте на відбитках з принтера Epson AcuLaser C8600 помітна невелика зернистість шару.

За відтворення пам'ятних кольорів найкращі результати показує принтер Develop ineo+ 6501 під час друку з профілем FOGRA39 при друку з іншими налаштуваннями помітні відхилення у бік червоних тонів і зображення виглядають темнішими. Другий результат показує профіль ISOcoated_v2_esci - всі відбитки знаходяться приблизно на одному рівні відтворення кольорів пам'ятних кольорів з явно жовтим відтінком тілесних тонів, зелених і червоних об'єктів. Найгірший результат показує відсутність будь-якого профіля при друку на будь-якому принтері, що розглядаються — на всіх відбитках явно помітне зміщення тонів у бік червоного та жовтого. Тілесні кольори – темні та мають брудний відтінок. Зелень на фоторепродукціях темна і не відповідає реальному уявленню.

3.3 Результати оцінки

За оптичною щільністю 100-відсоткових плашок чистих кольорів на відбитках, отриманих на принтері Develop ineo+ 6501 з профілем FOGRA39 (таблиця 3.1), відзначаються найвищі значення показника по чорній, блакитній та пурпуровій кольорах. Так, по чорній фарбі оптична щільність має значення, що знаходяться в інтервалі 1,44-1,95, що набагато перевершує показники, які отримують з використанням двох інших профілів.

Таблиця 3.1 – Оптична щільність друкованих відбитків

Колір плашки	Назва профілю		
	FOGRA39	ISOcoated_v2_eci	Відсутність профілю
Принтер Develop ineo+ 6501			
Black	1,95	1,66	1,64
Сяан	1,46	1,44	1,41
Magenta	1,38	1,31	1,21
Yellow	1,26	1,26	0,98
Принтер Canon CLC 2620			
Black	1,44	1,36	1,41
Сяан	1,15	1,29	1,1
Magenta	1,34	1,36	1,21
Yellow	1,59	1,55	1,5
Принтер EPSON AcuLaser C8600			
Black	1,63	1,63	1,53
Сяан	1,21	1,19	1,16
Magenta	1,24	1,09	1,14
Yellow	1,33	1,34	1,29

Також проаналізуємо тестову шкалу та тест-об'єкт за допомогою спектрофотометру. Результатом вимірювання є три координати CIE XYZ, які потім перераховуються в найбільш часто використовувану сьогодні колірну модель CIE L * a * b * (LCH), що колориметрично описує відтінок, насиченість і яскравість кольору. Для того, щоб отримати із кольорової моделі CIE XYZ у CIE L * a * b скористаємось конвертером кольорів. Отримані результати у кольоровій моделі CIE XYZ перераховуємо у кольорову модель CIE L * a * b, для того щоб визначити друк якого принтеру найбільш відповідає стандартам та можемо вважати більш якісний друк (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Отримані результати у кольоровій моделі CIE XYZ

Колір	Назва профілю		
	FOGRA39	ISOcoated_v2_eci	Відсутність профілю
Принтер Develop ineo+ 6501			
	X / Y / Z	X / Y / Z	X / Y / Z
Сяан	13 / 21 / 48	13 / 21 / 46	18 / 28 / 74
Magenta	31 / 16 / 15	31 / 16 / 15	44 / 23 / 22
Yellow	65 / 70 / 6	67 / 72 / 7	70 / 76 / 6
Black	2 / 2 / 1	1,6 / 1,7 / 1,3	1 / 1,2 / 0,97
Принтер Canon CLC 2620			
	X	Y	Z
Сяан	13 / 20 / 43	51 / -31 / -42	40 / -33 / -57
Magenta	36 / 18 / 16	36,5 / 19 / 18	61 / 34 / 34
Yellow	57 / 62 / 4	56 / 60 / 4	91 / 97 / 12
Black	1,5 / 1,5 / 1,1	12 / 1 / 1	1,39 / 1,4 / 1
Принтер EPSON AcuLaser C8600			
	X	Y	Z
Сяан	14 / 22 / 47	13 / 21 / 46	19 / 28 / 60
Magenta	27 / 13 / 12	31 / 16 / 15	49 / 24 / 25
Yellow	54 / 58 / 3	51 / 55 / 5	80 / 85 / 9
Black	1,1 / 1,2 / 1	1,2 / 1 / 1	0,9 / 1,1 / 0,6

Для отримання даних у кольоровій моделі CIELAB скористаємось конвертором кольорів із однієї кольорової моделі в іншу. Конвертувати необхідно для того, щоб надалі проаналізувати кольорові відбитки зі стандартом ISO 12647 та визначити друк з використанням якого профілю найбільш пасує до еталонних значень (рис. 3.2, табл. 3.3).

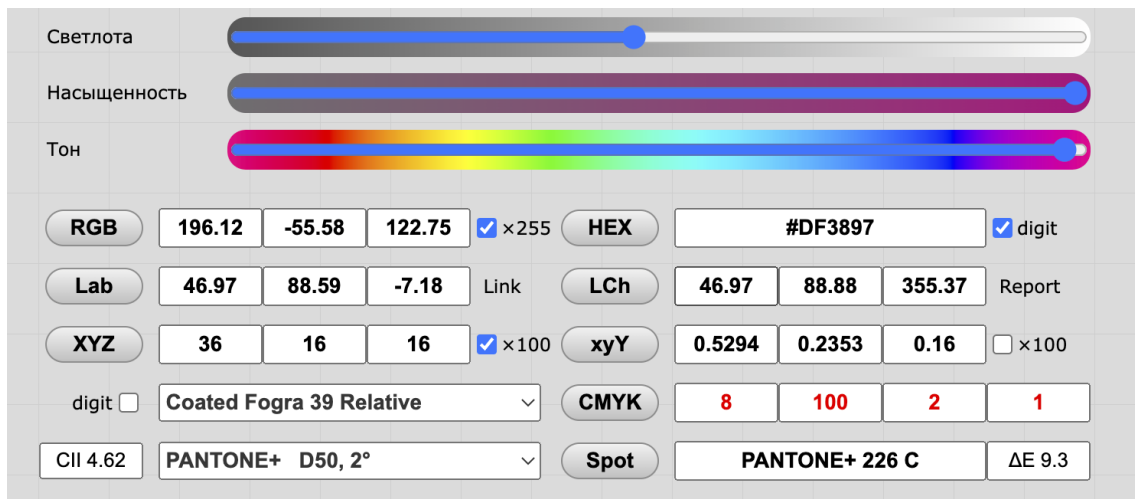


Рисунок 3.2 – Работа конвертера

Таблиця 3.3 – Отримані результати

Колір	Назва профілю		
	FOGRA39	ISOcoated_v2_esi	Відсутність профілю
Принтер Develop ineo+ 6501			
Значення кольорової моделі	L / a / b	L / a / b	L / a / b
Сюан	53 / -36 / -48	53 / -37 / -46	60 / -40 / -62
Magenta	47 / 73 / -5	47 / 73 / -5	55 / 80 / -7
Yellow	87 / -5 / 93	88 / -5 / 93	90 / -6 / 95
Black	14 / 0 / 1	14 / 0 / 1	11 / -5 / 1
Принтер Canon CLC 2620			
Значення кольорової моделі	L / a / b	L / a / b	L / a / b
Сюан	52 / -33 / -44	51 / -31 / -42	40 / -33 / -57
Magenta	50 / 75 / -2	51 / 73 / -5	65 / 80 / -10
Yellow	83 / -6 / 96	82 / -5 / 97	99 / -4 / 91
Black	13 / 2 / 2	12 / 1 / 1	10 / -5 / 4

Продовження таблиці 3.3

Принтер EPSON AcuLaser C8600			
Значення кольорової моделі	L / a / b	L / a / b	L / a / b
Cyan	54 / -38 / -45	53 / -37 / -46	60 / -35 / -49
Magenta	43 / 72 / -3	47 / 72 / -5	57 / 86 / -9
Yellow	81 / -4 / 101	79 / -5 / 85	94 / -4 / 95
Black	11 / -2 / 0	11 / 1 / 1	10 / -5 / 5

Аналіз отриманих результатів показує, що на підставі комплексної оцінки можна зробити висновок, що найбільші можливості відтворення кольорів з усіх досліджених програм має профіль FOGRA39; трохи поступається профіль ISOcoated_v2_esci, і найменші можливості взагалі без використання профілю. Ці два профіля дуже схожі між собою та називаються «синонімами». Спектофотометричний аналіз показав та доказав, що використання профілів мають велике значення при отриманні кольорового відбитку. Це пов'язано з тим, що кожна друкарська машина, чи пристрій вводу мають свої особливості (на екрані ми бачимо одно, а на кольоровому відбитку зовсім інше). За допомогою профілювання з'являється можливість описати певним чином особливості відтворення друкарською машиною того чи іншого кольору в залежності від різних умов. Наприклад, СМҮК-профіль описує параметри і відсоток розтискування, загальну кількість фарби, тип кольороподілу, рівень генерації чорного, характеристики друкованих фарб та ін. Таким чином при переході в інший кольоровий простір з невідповідними параметрами можливе конвертування файлу під новий робочий простір, що спричинить зміну фарб.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Характеристика науково-дослідного рішення

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), в межах якої передбачається дослідження систем кольоровідтворення при цифровому друці, проведення аналізу факторів що впливають на якість друку поліграфічних виробів та стандартних підходів для якісної передачі кольору. Під час такого обґрунтування буде здійснено: розрахунок трудовитрат та заробітної плати працівникам, розрахунок одноразових витрат і прибутку, оцінку результатів НДР.

Реалізація НДР передбачає такі етапи:

- аналіз факторів, з яких виникає невідповідність кольору;
- дослідження основних методів кольоровідтворення цифрових зображень;
- вибір методів для проведення експерименту;
- проведення експерименту з використанням різноманітних методів та профілів при друці кольорових зображень;
- доведення дійсності роботи методики.

4.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд існуючих теоретичних підходів у даній галузі, досліджено основні методи та фактори, що впливають на кольоровий відбиток, а також за обраними методами створено методику для влучання в необхідний колір при друці.

Умовно НДР можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу був виконаний підбір і аналіз літератури для проведення відповідних до постановки завдання робіт.

На етапі виконання основної частини НДР були виконані такі роботи:

- розгляд та аналіз існуючих способів друку;
- проведення експерименту на різних друкарських машинах;
- відбір тестових зображень для оптимізації запропонованою методикою;
- створення рекомендацій для цифрового способу друку.

У заключній частині проводяться: аналіз результатів виконання НДР, складання звіту з НДР, захист звіту.

Найбільш складною та відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки.

Дану роботу виконували 4 фахівця: менеджер, препресс-інженер, працівник відділу контролю якості, друкар. Середня заробітна плата менеджера становить 15 000 грн, препресс-інженера – 17 000 грн, друкаря – 20 000 грн, працівника відділу контролю якості – 17000 грн.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{ср.дн.}$) розраховується по формулі:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{Z_{ср.міс.}}{n}, \quad (4.1)$$

де $Z_{ср.міс.}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n=22$).

Середньоденна заробітна плата менеджера складас:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{15000}{22} = 681,81(\text{грн}).$$

Середньоденна заробітна препресс-інженера складає:

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{17000}{22} = 772,72(\text{грн}).$$

Середньоденна заробітна плата друкаря складає:

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{20000}{22} = 909,09(\text{грн}).$$

Середньоденна заробітна плата працівника відділу контролю якості складає:

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{17000}{22} = 772,72(\text{грн}).$$

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сума заробітної плати, грн.
1	2	3	4	5	6
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	Менеджер	1	681,81	681,81
1.2 Підготовка довідкових матеріалів та даних для виконання НДР	1	Менеджер	2	681,81	1363,62
2. Основний етап					
2.1 Постановка задачі	1	Менеджер	1	681,81	681,81
2.2 Розгляд сучасних методів та аналіз аналогів	1	Препресс-інженер, відділ якості	2	1545,44	3090,88

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
2.3 Підбір технічної літератури та її аналіз	1	Відділ якості	2	772,72	1545,44
2.4. Виявлення факторів, які оказують вплив на друковане зображення	1	Препресс-інженер, відділ якості	2	1545,44	3090,88
3 Тестування					
3.1 Створення тест-об'єкту та підбір тестових шкал	1	Препресс-інженер	2	772,72	1545,44
3.2 Друк декількох екземплярів тест-об'єктів		Друкар	1	909,09	909,09
3.3 Підтвердження результату	1	Препресс-інженер відділ якості	1	1681,81	1681,81
4. Заключний етап					
4.1 Аналіз результатів проведення роботи	1	Відділ якості	1	772,72	772,72
4.2 Оцінка та порівняння отриманого відбитку	1	Відділ якості	2	772,72	1545,44
4.3 Опис виявлених факторів які впливають на відбиток	1	Відділ якості	1	772,72	772,72
Усього			18		17681,66

4.3 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.

Матеріальні витрати розраховуються за такою формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j, \quad (4.2)$$

де M – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярське приладдя тощо), або на літературу, яка необхідна для проведення роботи, тощо;

Q_j – кількість використаних одиниць j -го виду матеріалів, $j = (1 \div n)$;

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

Розрахунок матеріальних витрат представлено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	Кількість, (Q_j)	Ціна (C_j), грн	Сумарні витрати на матеріали (M), грн
Олівець	шт.	4	5	20,00
Ручка	шт.	6	15	90,00
Блокнот	шт.	2	30,00	60,00
Усього				170,00

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 17681,66 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов'язкового державного соціального страхування в обов'язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на

отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов'язкового державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску (ЄСВ) дорівнює 22% від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 3889,96 грн.

При виконанні НДР застосовувалось наступне обладнання: комп'ютер 3шт. вартістю 25000 грн, друкарська машина вартістю 200000 грн, система контролю якості 50000 грн. Система контролю якості використовувалась лише на етапі тестування.

Вищенаведене устаткування є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (4.3)$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення 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.

Підставивши відомі значення у формулу (4.3), визначимо величину амортизаційних відрахувань. Отже маємо:

$$AB = \frac{25000 \times 4}{545} + \frac{25000 \times 7}{545} + \frac{200000 \times 1}{545} + \frac{50000 \times 4}{545} + \frac{25000 \times 7}{545} = 1559,63(\text{грн.})$$

Витрати на використану обладнанням електроенергію розраховуються за формулою:

$$Z_e = M \cdot t \cdot T_{кВт}, \quad (4.4)$$

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.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,8 кВт за годину. Тариф споживачів за першим класом напруги, тобто 35 кВт та більше), складає 2,4 грн./кВтгодин (без ПДВ). Підставивши значення у формулу (4.4), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію:

$$Z_e = 0,8 \times 32 \times 2,4 + 0,8 \times 56 \times 2,4 + 0,8 \times 8 \times 2,4 + 0,8 \times 32 \times 2,4 + \\ + 0,8 \times 56 \times 2,4 = 353,28 \text{ (грн)}$$

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20% від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Вартість оплати послуг зв'язку становитиме:

- Інтернет – із розрахунку 190 грн. на місяць (безлімітний пакет); всього 110 грн. за 18 днів виконання НДР;
- створення тест-об'єкту проводилось у програмному забезпеченні Adobe InDesign. Вартість підписки на пакет інструментів на один місяць дорівнює 500 грн.

За час виконання НДР витрати на відрядження, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР «Дослідження систем кольоровідтворення при цифровому друці» наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Заробітна плата	17681,66
2	Єдиний соціальний внесок (22,0 % від п.1)	3889,96
3	Матеріальні витрати	170,00
4	Амортизація основних засобів	1559,63
5	Витрати на спожиту електроенергію	353,28
6	Інші витрати, у тому числі:	
6.1	адміністративні витрати (20 % від п.1)	3536,33
6.2	вартість послуг зв'язку	110,00
6.3	Вартість місячної підписки	500
	Усього витрати на розробку (<i>B_p</i>)	23910,9

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР визначає сумарні витрати за статтями п.1 ÷ п.6 та складає 23910,9 грн.

4.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це завершальний наслідок послідовності дій, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

Відповідно до теми даної роботи можна зробити висновок про те, що результатом впровадження НДР є підбір та визначення кольорового профіля, який відображує кольори з найбільшою точністю до оригіналу.

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}|, \quad (4.5)$$

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

m – кількість досліджуваних характеристик;

$X_{б_j}$ – базове значення j -ої характеристики, тобто до впровадження результатів НДР;

$X_{н_j}$ – нове значення j -ої характеристики після впровадження пропонуваніх рішень.

У якості досліджуваної характеристики обрано оптичну щільність жовтого кольору з обраним профілем FOGRA39 та без використання профілю, отриману під час експерименту.

Підставивши відповідні значення оптичної щільності в формулу (4.5), визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_1 = |1,26 - 0,98| = 0,28 \text{ (H)}.$$

Аналогічні розрахунки були також проведені для інших двох сайтів та наведені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Результат від впровадження НДР

Критерій	Develop ineo+ 6501			Canon CLC 2620			EPSON AcuLaser C8600		
	FOGRA 39	Відсутність	Різниця	FOGRA 39	Відсутність	Різниця	FOGRA 39	Відсутність	Різниця
Роздільна здатність	1,95	1,64	0,31	1,44	1,41	0,03	1,63	1,53	0,1

Таким чином, отриманий результат свідчить про те, що завдяки результату від впровадження НДР, оптична щільність покращена за розробленою методикою, краще відображаються кольори та кольорові відбитки мають кращу роздільну здатність та більш наближені та кольору оригіналу. Роботу в цілому можна враховувати ефективною або такою, що має високий науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

Основне завдання, яке вирішують поліграфічні технології, це високоякісний друк кольорових зображень максимально наближених по відтворенню кольору до оригіналу. Досконало немає межі, особливо коли йдеться про предмет, пов'язаний із сприйняттям кольору.

Початки будь-якого видання це його оригінали і від них багато в чому залежить і якість видання та його суспільна значимість. Кольорові оригінали – кольорові зображення на площині (фотографії, малюнки, слайди, графіка, в тому числі і комп'ютерна) відіграють особливу роль у структурі будь-якого видання, особливо у видання, що несуть крім інформаційного та естетичного, також і емоційного навантаження, наприклад, у рекламних та політичних виданнях. Відтворення кольору в поліграфії – відтворення (репродукування) кольорових оригіналів на відбитку, це одне з основних завдань для поліграфії. Вся історія розвитку поліграфічних технологій та створення різних способів друку безпосередньо пов'язані саме з вирішенням цього завдання.

В ході виконання роботи сформовано мету, актуальність та задачі дослідження. Також сформовано гіпотезу дослідження.

Спираючись на результати дослідження можна зробити висновки, що навіть з використанням профілей кольоровий відбиток може міняти колір при друці. Це залежить від калібрування друкарської машини, монітору, умов навколишнього середовища та інше. Висновки цього дослідження ґрунтуються на аналізі колориметричних і денситометричних даних, візуальної оцінки та відповідних даних. Керівні цілі цього дослідження дозволили перевірити прийняту практику керування кольором, щоб краще зрозуміти припущення, пов'язані із застосуванням статистичного керування процесом (SPC) у середовищі цифрового друку. Експеримент вивчав важливість калібрування, визначення характеристик і процесів оцінки кольору цифрової преси, яка була здатна друкувати кольори відповідно до стандартів GRACoL 2013 або бути близькими до них. Очевидно, що інтеграція профілів

пристроїв важлива в CMW, а також дозволяє/дозволяє процесу робочого процесу відповідати певним галузевим стандартам CMW на основі ICC. Це дослідження представляло конкретні умови друку або тестування. Зображення, принтер, інструмент, програмне забезпечення та папір, які використовувалися, є важливими факторами, які слід враховувати при оцінці результатів. Результати дослідження не можна поширити на інші робочі процеси цифрового друку. Однак результат цього дослідження може зацікавити інших під час вивчення методологій, подібних до інших робочих процесів друку. Результати показали, що лише оптичні аспекти кольору піддаються кількісному аналізу та вимірюванню, оскільки люди сприймають колір суб'єктивно. Буде важко задокументувати та виміряти значення кольору, які ми бачимо або виявляємо. Крім того, впровадження CMDPW є дорогим, трудомістким і виснажливим процесом. Однак це приносить користь тим, хто впроваджує цей робочий процес, щоб отримати постійний колір від пристрою до пристрою. Застосовані статистичні методи та результати аналізу даних дозволили визначити узгодженість процесу (4-й С CMW). Важливо повторити той факт, що наявність CMW не замінить SPC. Застосування методів або стратегій покращення якості має бути частиною будь-якого виробничого процесу чи цифрового друку. Колориметричні дані цього експерименту також привели до висновку, що застосування правильних параметрів друку є важливим кроком у CMDPW для виведення точних кольорів для бажаного використання/цілей. Невідповідність параметрів друку може призвести до невідповідності або невідповідності керування кольором.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Друкований каталог продукції. URL: <https://podskazok.net/poligrafiya/pechatnyj-katalog.html> (дата звернення: 12.11.2022).
2. Що таке ICC профіль? URL: <https://justirovka.ru/chto-takoe-icc-profil/c> (дата звернення: 12.11.2022).
3. Історія цифрового друку URL: <https://studfile.net/preview/3348897/> (дата звернення: 12.11.2022).
4. Прокопович Т. Світло, яке бачить людина. URL: <https://suzirya.org/2020/14/philosophy/480/> (дата звернення: 12.11.2022).
5. Enoxsson E. Digital test form for ICC-profiles. 2005. P. 454-473.
6. Starkweather G. The Further of Electronic Printing // The Further of Electronic Printing. 1998. P. 14-20.
7. ДСТУ 301895. Видання. Поліграфічне виконання. Терміни та визначення. Чинний від 1996.01.01.
8. ДСТУ ISO 12647-2:2008. Поліграфія. Керування процесами виготовлення растрових кольороподілених фотоформ, пробних і тиражних відбитків. Частина 2. Процеси офсетного плоского друкування. Київ, 2008. 12 с.
9. Domasyov M.V. Issledovanie vozmozhnostej czvetoperedachi v mashinakh strujnoj pechati na bumazhny`kh nositelyakh : dissertacziya ... kandidata tekhnicheskikh nauk : 05.02.13 [Mesto zashhity` : S.-Peterb. gos. un-t tekhnologii i dizajna]. Sankt-Peterburg, 2011. 148 s.
10. Ткаченко В.П., Чеботарьова І.Б., Киричок П.О., Григорова З.В. Енциклопедія видавничої справи: Навч. посібник. Х.: ХНУРЕ, 2008. 320 с.
11. Бондар Ю.Б., Головатий М.Ф., Сенченко М.І. Енциклопедія для видавця та журналіста. К.: Персонал, 2010. 400 с.
12. Мельников О.В. Технологія плоского офсетного друку: підручник. 2-ге вид., випр. Львів: УАД, 2007. 388 с.
13. Czvet i vosproizvedenie v poligrafii <https://kazedu.com/referat/88536> (дата звернення: 12.11.2022).

14. Litunov S.N., Alev T.G. Metody` rascheta oborudovaniya dlya izgotovleniya trafaretny`kh form: monogr. Omsk : Izd-vo OmGTU, 2012. 191 s.
15. Vinogradov, E.L. Tekhnologii operativnoj poligrafii. SPb.: Peterb. in-t pechati, 2011. 54 s.
16. Sy`suev I.A., Fyodorov A.V. Razreshenie i gradaczionnaya peredacha printera // Omskij nauchny`j vestnik. 2002. Vy`p. 21. S. 79-82.
17. Dharavath H.N. Statistical evaluation of a Color Managed Digital Printing Workflow (CMDPW) consistency [4th C of CMW]. 2021.
18. Федотова М. Управління кольором в поліграфії. URL: http://www.ukrprint.com/prepress/hardware/press_color_management-art.php (дата звернення: 12.11.2022).
19. Yanan Yu, Lisa Parrillo Chapman, Marguerite M. Moore. Profiling Digital Printing Technology Adoption in the Fashion Industry: A New Approach to Exploring Innovation Diffusion. 2020. №2.
20. Резвов А. Кольорове охоплення. URL: https://www.academyprint.ru/ts_ohvat (дата звернення: 12.11.2022).
21. Процедура керування кольорами. URL: https://docs.krita.org/uk_UA/general_concepts/colors/color_managed_workflow.html (дата звернення: 12.11.2022).