

**Міністерство освіти і науки України**  
**Український державний університет науки і технологій**

Навчально-науковий інститут  
«Український державний хіміко-технологічний університет»  
(назва навчально-наукового інституту)

Харчових та хімічних технологій  
(повна назва факультету)

Технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів  
(повна назва кафедри)

## **Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(освітній рівень)

на тему Проект ділянки кольорового друку рекламної продукції потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік

Виконала: студентка 4 курсу, групи ВП-9  
спеціальності

186 Видавництво та поліграфія

(код і назва спеціальності)

Яна КОБЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник Віталій ТОМІЛО

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Артем ТРЕТЬЯКОВ

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Дніпро – 2026 року

Український державний університет науки і технологій  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут

«Український державний хіміко-технологічний університет»

(назва навчально-наукового інституту)

Факультет, відділення Харчових та хімічних технологій

Кафедра Технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія

(код і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Освітня програма Видавництво та поліграфія

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Яні КОБЧЕНКО

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проєкт дільниці кольорового друку рекламної продукції потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік.

керівник проєкту (роботи) Віталій ТОМІЛО, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 01 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Дані базового підприємства, матеріали з нової техніки, регламенти, звіти та інша технічна документація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Загальна частина. 1.1. Аналітичний огляд літератури. 1.2. Класифікація виробництва, вибір і обґрунтування технологічного процесу. 1.3. Вибір району будівництва цеху. 1.4. Характеристика вихідних матеріалів і готової продукції. 2. Спеціальна частина. 2.1. Технологічний процес. Норми технологічного режиму. 2.2. Вибір обладнання для забезпечення технологічного процесу. 2.3. Матеріальні розрахунки. 2.4. Технологічні розрахунки. 2.5. Ресурсозбереження і матеріалоемність. 2.6.Компоновка обладнання. 2.7.Охорона праці. 2.8.Охорона навколишнього середовища. 2.9. Техніко-економічна частина. Висновки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Технологічна схема виробництва - 1 лист, компоновка обладнання - 1 лист, основний вузол обладнання - 1 лист.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Ініціали, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальна частина	Томіло В.І.		
Спеціальна частина	Томіло В.І.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Розрахункова частина проєкту	05.05.2026	
2	Компоновка обладнання	07.05.2026	
3	Загальна частина	11.05.2026	
4	Спеціальна частина	12.05.2026	
5	Ресурсозбереження і матеріалоемність	17.05.2026	
6	Охорона праці і навколишнього середовища	19.05.2026	
7	Техніко-економічні розрахунки	21.05.2026	
8	Графічна частина	25.05.2026	
9	Оформлення проєкту	31.05.2026	

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Яна КОБЧЕНКО  
(ініціали, прізвище)

Керівник проєкту (роботи) \_\_\_\_\_  
( підпис )

Віталій ТОМІЛО  
(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота викладена на 74 сторінках і містить 16 таблиць, 1 рисунок, наведено 20 джерел.

Мета роботи: розробка проекту ділянки кольорового друку рекламної продукції потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік на базі широкоформатного екосольвентного принтера Roland VersaEXPRESS RF-640.

У технологічній частині обґрунтовано вибір широкоформатного цифрового струменевого друку, наведено характеристики задруковуваних матеріалів (банерна тканина FRONTLIT, самоклейна плівка Ritrama RI 145/80, просвітний папір Skylight) та екосольвентних чорнил ECO-SOL MAX 3. Описано технологічний процес виробництва, виконано розрахунки виробничої програми, визначено необхідну кількість обладнання — 33 принтери з коефіцієнтом завантаження 0,93, розраховано річну потребу у матеріалах та чорнилах.

У спеціальній частині описано систему автоматизації друкарського процесу, проаналізовано шкідливі виробничі фактори та розроблено заходи з охорони праці, пожежної безпеки й охорони довкілля. Виконано техніко-економічні розрахунки: капітальні витрати — 22 537 566 грн, собівартість 1 м<sup>2</sup> — 262,34 грн, термін окупності — 0,17 року.

**ШИРОКОФОРМАТНИЙ ДРУК, ЦИФРОВИЙ СТРУМЕНЕВИЙ ДРУК, РЕКЛАМНА ПРОДУКЦІЯ, ЕКОСОЛЬВЕНТНІ ЧОРНИЛА, ROLAND VERSAEXPRESS RF-640.**

					4ВП9.026.186.001.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Кобченко Я. О.			<b>РЕФЕРАТ</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Томіло В. І.					4	74
Т. Контр.		Томіло В. І.				ННІ «УДХТУ» 4 ВП9		
Н. Контр.		Томіло В. І.						
Затверд.		Сухий К.М.						

## Відомості дипломного проекту

п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1			Документація		
2			Загальна		
3			Знову зроблена		
4	A4	4ВП9.026.186.001.ПЗ	Пояснювальна записка	74	
5	A1	4ВП9.026.186.002.ТС	Технологічна схема	1	
6	A1	4ВП9.026.186.003.КО	Компоновка обладнання	1	
7	A1	4ВП9.026.186.004.ОВ	Основний вузол	1	
8					

					4ВП9.026.186.001.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
Розроб.		Кобченко Я. О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Томіло В. І.				5	74
Т. Контр.		Томіло В. І.			Відомість дипломного проекту ННІ «УДХТУ» 4 ВП9		
Н. Контр.		Томіло В. І.					
Затверд.		Сухий К.М.					

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	10
1.1 Вибір та обґрунтування способу кольорового друку для рекламної продукції.....	10
1.2 Характеристика рекламної продукції та вимоги до якості кольорового друку .....	12
1.3 Характеристика та вибір матеріалів для кольорового друку .....	15
1.3.1 Вибір задруковуваних матеріалів для рекламної продукції .....	15
1.3.2 Фарби для повнокольорового друку .....	20
1.3.3 Допоміжні матеріали .....	20
1.4 Опис технологічного процесу виробництва рекламної продукції.....	21
1.4.1 Допрес-підготовка та кольороподіл .....	21
1.4.2 Підготовка файлів до друку та налаштування обладнання .....	23
1.4.3 Процес багатофарбового друкування .....	24
1.4.4 Постдрукарська обробка продукції.....	25
1.5 Вибір та обґрунтування основного технологічного обладнання .....	26
1.6 Розрахунок виробничої програми дільниці потужністю 2,4 млн. м <sup>2</sup> /рік	29
1.7 Розрахунок кількості обладнання та його завантаження.....	31
1.8 Розрахунок річної потреби у фарбах, матеріалах та витратних засобах.	34
1.9 Висновок до розділу 1 .....	38
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	40
2.1 Автоматизація процесу кольорового друку .....	40
2.1.1 Аналіз об'єкта автоматизації — друкарська машина .....	40

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2.1.2 Системи контролю якості друку.....	41
2.2 Охорона праці та безпека виробництва .....	42
2.2.1 Аналіз шкідливих факторів у цеху кольорового друку (пари розчинників, шум, УФ-випромінювання).....	42
2.2.2 Заходи з охорони праці та виробничої санітарії.....	47
2.2.3 Пожежна безпека.....	50
2.2.4 Охорона навколишнього середовища .....	53
2.3 Економічна частина .....	56
2.3.1 Розрахунок капітальних витрат на організацію дільниці .....	56
2.3.2 Розрахунок собівартості 1 м <sup>2</sup> рекламної продукції .....	59
2.3.3 Техніко-економічні показники дільниці.....	65
2.4 Висновок до розділу 2 .....	69
ВИСНОВОК.....	70
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ .....	72

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## ВСТУП

Реклама є невід'ємною складовою сучасної ринкової економіки. В умовах жорсткої конкуренції між виробниками товарів та постачальниками послуг ефективна комунікація з потенційним споживачем стає одним із ключових факторів комерційного успіху. Кольорова рекламна продукція — банери, постери, сітілайти, наклейки, білборди — є найбільш наочним і дієвим інструментом такої комунікації, оскільки безпосередньо впливає на сприйняття бренду, підвищує впізнаваність продукту та стимулює споживчий попит.

Поліграфічна галузь України переживає активний розвиток у сегменті широкоформатного кольорового друку. Зростання обсягів рекламного ринку, розширення мережі торгових центрів, проведення масштабних промоційних кампаній і міських заходів формують стійкий і постійно зростаючий попит на якісну широкоформатну рекламну продукцію. Це зумовлює необхідність створення спеціалізованих виробничих дільниць, оснащених сучасним технологічним обладнанням, здатних забезпечити стабільний випуск продукції у значних обсягах із дотриманням вимог до якості кольоровідтворення.

Сучасний широкоформатний цифровий струменевий друк є одним із найбільш технологічно досконалих та економічно ефективних способів виготовлення рекламної продукції. Він забезпечує високу точність передачі кольорів, деталізацію зображень, можливість друку на різноманітних матеріалах — банерній тканині, самоклеючих плівках, просвітних паперах — без потреби у виготовленні друкарських форм. Це робить технологію універсальним рішенням як для малих, так і для великих тиражів.

Метою дипломного проєкту є розробка проєкту дільниці кольорового друку рекламної продукції потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік на основі сучасного широкоформатного цифрового обладнання.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кобченко Я. О.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Томіло В. І.					8	74
Т. Контр.		Томіло В. І.				ННІ «УДХТУ» 4 ВП9		
Н. Контр.		Томіло В. І.						
Затверд.		Сухий К.М.						

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання:

- обґрунтування та вибір способу кольорового друку й основного технологічного обладнання;
- характеристика задруковуваних матеріалів, фарб і допоміжних витратних засобів;
- опис та аналіз технологічного процесу виробництва рекламної продукції;
- розрахунок виробничої програми, кількості обладнання та річної потреби у матеріалах;
- розробка заходів з автоматизації технологічного процесу та системи контролю якості кольоровідтворення;
- аналіз шкідливих виробничих факторів і розробка заходів з охорони праці, пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності організації дільниці.

Об'єктом проектування є дільниця широкоформатного кольорового друку рекламної продукції на базі принтерів Roland VersaEXPRESS RF-640 із використанням екосольвентних чорнил ECO-SOL MAX 3.

Практичне значення роботи полягає у розробці технологічно обґрунтованого та економічно ефективного проекту виробничої дільниці, придатного для використання при організації реального поліграфічного виробництва.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

# 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Вибір та обґрунтування способу кольорового друку для рекламної продукції

Кольоровий друк дає можливість проявити інформацію максимально наближеного вигляду до реалій сьогодення із використанням палітри кольорів, тому став таким популярним. Кольорові принтери з кожним днем вдосконалюють процес друку, фото стають більш насиченими, а також зростає швидкість друку. Прогресивні технології витісняють неефективні методи друку тому в скорому часі варто очікувати на чергові революційні кроки, які будуть в разі досконалішими за сьогоднішні [1].

Барвисті текст і зображення, будь то яскрава реклама, або правило у підручнику, скоріше привертають увагу і запам'ятовуються краще, аніж монотонні чорно-білі. Класичний чорно-білий друк традиційно використовують для текстових фрагментів, але існує багато видань, які неможливо уявити без яскравих кольорових ілюстрацій.

Рекламна продукція – використання кольору допомагає виділити важливу інформацію, підкреслити фірмовий стиль бренду, створити асоціації з якістю та надійністю продукції, а також підсилити запам'ятовуваність реклами. Сучасні технології кольорового друку забезпечують високу точність передачі відтінків, деталізацію зображень і можливість створення конкурентоспроможної рекламної продукції, здатної ефективно впливати на цільову аудиторію [2].

Кольоровий друк доволі поширений у рекламних компаніях, адже друк банерів, рекламних постерів, флаєрів, візиток є основою будь-якого просування бренду чи акційної пропозиції. Проїжджаючи вулицями міста, ми спостерігаємо за насиченою кількістю бордів, тротуарних постерів та афіш. Реклама у нашому житті займає вагоме місце, оскільки є джерелом інформації про новинки та цікаві речі, тому із

					4ВП9.026.186.001ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кобченко Я. О.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Томіло В. І.					10	74
Т. Контр.		Томіло В. І.				ННІ «УДХТУ» 4 ВП9		
Н. Контр.		Томіло В. І.						
Затверд.		Сухий К.М.						

розвитком та поширенням реклами, активного поширення набув і кольоровий друк як такий. Також кольоровий друк можна використовувати у переставлені певних схем, стендів та пропозицій. Як правило кольоровий друк підпадає під широкоформатний друк і є його різновидом, оскільки кольоровий друк пов'язаний із рекламними кампаніями, які, як правило, є масштабними за своїми розмірами.

З розвитком ринкової економіки та поширення конкуренції, все частіше виробники товарів чи компанії з надання послуг пропонують потенційним клієнтам вигідні умови та пропозиції. Відтак компанії пропонують ряд акцій, які доносять до потенційного покупця через друк кольорової реклами. Відповідно кольоровий друк набув масштабних об'ємів, адже ряд акційних пропозицій компанії розміщують на біл-бордах чи лайтпостерах, що є надзвичайно зручно для клієнта. Інформування акційних пропозицій чи новинок на постерах є доволі популярною послугою, відповідно кольоровий друк формує цікаву картинку, сповнену барвами та палітрою кольорів, яка відмінно доносить інформацію до кінцевого споживача. Кольоровий друк є рушійною ланкою у просуванні новинок, брендів та цікавих фішок, адже переглядаючи ряд цікавих реклам, у нашій свідомості відкладається барвіста реклама, яка сама по собі вже є цікавою для перегляду. Кольоровий друк доносить інформацію до кінцевого споживача чи не найкраще з усіх можливих носіїв реклами.

Технологія кольорового друку базується на цифровому друці, який є надзвичайно популярний. У порівнянні із іншими видами друку, доволі дешево використовувати цифровий друк, особливо для роздруку невеликої кількості примірників. Відтак кольоровий друк стає доступним для обмеженого тиражу, чи рото друку окремих поодиноких екземплярів [1].

Переваги цифрового друку:

- оперативність дозволяє швидко виконувати замовлення, оскільки не потребує тривалих підготовчих процесів, як у традиційних методах друку;
- економічність для малих тиражів, цифровий друк є вигідним для малих і середніх тиражів, оскільки не вимагає виготовлення друкарських форм тощо;

						4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

- висока якість друку забезпечує відмінну деталізацію та точність передачі кольорів, завдяки чому зображення виглядають яскраво і чітко;
- гнучкість дає можливість швидко змінювати вміст і налаштування друку, що дозволяє легко вносити корективи в дизайн і текст;

Недоліки цифрового друку:

- вища вартість для великих тиражів, при друку великих обсягів продукції цифровий друк може бути дорожчим порівняно з традиційними методами, такими як офсетний друк;
- обмежена швидкість, хоча цифровий друк швидкий для малих і середніх тиражів, при друку великих обсягів він може бути повільнішим порівняно з іншими методами друку [3].

### 1.2 Характеристика рекламної продукції та вимоги до якості кольорового друку

Сучасний видавничо-поліграфічний процес може бути зображений у вигляді схеми, показаної на рисунку 1.1



Рисунок 1.1 – Стандарти ISO, застосовні до цифрового процесу [4]

Процес починається з перетворення вхідного файлу до стану рекомендованих умов друку. Після перетворення даних файлу його додатково обробляють і отримують додрукарську пробу.

Стандарт ISO 12647-2 використовується як основа контролю кольоровідтворення у поліграфічному виробництві та застосовується під час калібрування цифрових друкарських систем. Стандарти ISO тісно пов'язані з ISO 12647-2 включають ISO 2846, який визначає колір і прозорість технологічних фарб та ISO 13655, який визначає умови вимірювання кольору та розрахунки з кольором.

З точки зору керування кольором, ISO 15076 визначає профіль стандарту, в тому числі реєстрації підписів тегів і описів.

Лабораторії сучасного керування кольором констатують, що коли два різнорідних пристрої виведення точно відповідають однаковим запрограмованим умовам друку, то кінцевий результат буде однаковим. Досягнення цього результату вимагає додаткових стандартів, таких як ISO 12 646, який визначає вимоги для відображення екранної кольоропроби, ISO 12647-7 – вимоги до паперових носіїв для кольоропроби, ISO 3664 – умови перегляду для критичної оцінки кольору.

В діючій на сьогоднішній день версії основного галузевого стандарту друку ISO 12647-2:2013 для контролю за якістю кольоровідтворення на відбитку представлено цільові значення координат кольорів в міжнародній системі CIE LAB для послідовності друку голуба-пурпурна-жовта. За рекомендацією стандарту в процесі контролю за кольоровідтворенням потрібно орієнтуватись виключно на колориметричні вимірювання. Проте на виробництві різні фахівці галузі в процесі роботи завжди займають деякі позиції, зумовлені їхнім власним досвідом. Фахівці старого загартування, які звикли працювати за традиційною схемою, з недовірою й великим небажанням освоюють нові методи контролю й керування кольором. Ще багато українських друкарень працюють саме за традиційною схемою технологічного процесу, де при налаштуванні друкарської машини і в процесі друкування тиражу контролюють товщину фарбового шару. Для цього вимірюється оптична щільність елементів контрольних шкал, що містять суцільний фарбовий шар. Друкарю простіше

									Арк.
									13
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

працювати за одним показником оптичної щільності, а не за трьома координатами, які регламентуються стандартом ISO 12647-2:2013 для однофарбових 100% полів чистих фарб та їх бінарних накладань. Крім того, у випадку невідповідності координат на відбитку значенням, рекомендованим стандартом, додатково потрібно визначати  $\Delta E$  Допуски на колірні відмінності від цих координат визначають за формулою 1.1 1976 року [4]:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L_2^* - \Delta L_1^*)^2 + (\Delta a_2^* - \Delta a_1^*)^2 + (\Delta b_2^* - \Delta b_1^*)^2} \quad (1.1)$$

де  $L^*$  — координата світлоти кольору в системі CIE LAB (0 — абсолютно чорний, 100— абсолютно білий);

$a^*$  — координата колірною тону по червоно-зеленій осі (позитивні значення відповідають червоному, негативні — зеленому);



$b^*$  — координата колірною тону по жовто-синій осі (позитивні значення відповідають жовтому, негативні — синьому);

індекси 1 та 2 — значення координат двох порівнюваних кольорів (оригіналу та відбитку відповідно).

Оптична щільність відповідає зоровому відчуттю, що виникає у людини, яка спостерігає забарвлений об'єкт, чим вище значення оптичної щільності об'єкта, тим темнішим здається він спостерігачеві. Тому цю характеристику зручно використовувати в поліграфії для контролю параметрів технологічного процесу. Нижче показано, що визначення кольору на відбитку за критерієм оптичної щільності є некоректним. На друкарських відбитках, отриманих за різних умов було виміряно  $D$  на полях різних кольорів (табл. 1.1).

										Арк.
										14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4ВП9.026.186.001.ПЗ					

Таблиця 1.1 – Оптична щільність відбитків досліджуваних взірців [4]

Взірець	Оптична щільність
 Помаранчевий колір	1,523
 Жовтий колір	1,519

Як видно з таблиці 1.1, поле помаранчевого кольору має те саме значення щільності  $D$ , що і чиста, світла, холодна жовта фарба. Помаранчевий колір отримано тоншим фарбовим шаром, тоді як жовтий більш товстим. Також однаковий колір можна отримати різними барвниками, нанесеними на папір з різною товщиною фарбових шарів. Тобто, однаковий колір може мати різну щільність і навпаки. Тому регламентувати щільність неможливо без прив'язки до конкретних фарб і конкретного класу матеріалів для друку тиражу [4].

### 1.3 Характеристика та вибір матеріалів для кольорового друку

#### 1.3.1 Вибір задруковуваних матеріалів для рекламної продукції

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 розробляється 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).

Самоклейна плівка є одним із найпоширеніших матеріалів для виготовлення рекламної продукції. Вона застосовується для оформлення вітрин, брендуння транспортних засобів, виготовлення наклейок, рекламних табличок та декоративних елементів інтер'єру.

Плівка Ritrama серії RI спеціально розроблялася для широкоформатного цифрового друку і широко використовується у всьому світі з багатьма типами принтерів. Серія пройшла випробування на сумісність з провідними виробниками цифрового обладнання, що гарантує стабільний та передбачуваний результат друку.

Плівка RI 145/80 — це глянцева біла пластифікована вінілова плівка з хорошою пластичністю і обляганням на кривих поверхнях, що робить її універсальним матеріалом для нанесення на поверхні складної форми. Підтримувані методи друку — сольвентний та УФ струменевий.

Самоклейна плівка, що використовується для виготовлення рекламної продукції, має високі експлуатаційні та друкарські властивості. Матеріал оснащений постійним акриловим клеєм на водній основі, який забезпечує надійну адгезію до скла, металу та більшості гладких поверхонь. Водночас на аполярних матеріалах, таких як поліетилен (PE) та поліпропілен (PP), адгезійні властивості є нижчими через особливості структури цих матеріалів.

Для збереження експлуатаційних властивостей самоклейної плівки необхідно дотримуватись умов зберігання: температура  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  та відносна вологість повітря  $50\% \pm 5\%$ . При підвищеній температурі пластифікатори у складі ПВХ можуть мігрувати на поверхню матеріалу, що погіршує якість друку та знижує адгезію клейового шару. Матеріал слід зберігати у сухому, чистому приміщенні, захищеному від прямих сонячних променів, в оригінальній упаковці. Технічні характеристики плівки наведено у таблиці 1.2 [5].

Властивості плівки RI 145/80 представлені на таблиці 1.2

									Арк.
									16
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

4ВП9.026.186.001.ПЗ

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики плівки RI 145/80 [5]

Параметр	Характеристика
Лицьовий матеріал	
Тип	Пластифікований вініл
Колір	Глянцевий білий
Вага	110 ± 11 г/м <sup>2</sup>
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
Мінімальна температура приклеювання	+10 °C
Робоча температура	-30 °C / +120 °C
Когезія	Відмінна
Липкість	Середня
Остаточна адгезія	Висока
Підкладка	
Тип	Крафт, силіконізований з 1 боку
Колір	Білий
Вага	135 ± 7 г/м <sup>2</sup>
Товщина	135 ± 7 μ

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Плівка відповідає вимогам FDA щодо непрямого контакту з харчовими продуктами, що розширює сферу її застосування. Матеріал може використовуватись не лише для зовнішньої реклами, а й для оформлення вітрин, торговельного обладнання, інформаційних носіїв та елементів пакування. Якісна поверхня плівки забезпечує чітке відтворення кольорів і стабільну якість широкоформатного друку.

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 проєкту був використаний папір для друку Сітілайт зі світлорозсіювальним покриттям, а саме папір Skylight. Технічні характеристики даного типу паперу представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики просвітного паперу Skylight [5]

Характеристика	Значення
Щільність, г/м <sup>2</sup>	150
Питомий обсяг, см <sup>3</sup> /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.

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 [5].

						4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

### 1.3.2 Фарби для повнокольорового друку

Для виготовлення кольорової рекламної продукції застосовують фарби та чорнила, що забезпечують точне відтворення кольору, високу насиченість зображення та стійкість відбитку до зовнішніх впливів. Правильний вибір фарб є одним із ключових факторів, що визначають якість готової продукції.

Повнокольоровий друк здійснюється у системі СМУК — чотирма базовими фарбами: блакитною (Cyan), пурпуровою (Magenta), жовтою (Yellow) та чорною (Black). Накладання цих фарб у різних комбінаціях та з різним відсотком заповнення растрових елементів дозволяє відтворити широкий діапазон кольорів на відбитку. Чорна фарба використовується не лише для друку темних ділянок зображення, а й для підвищення загального контрасту відбитку та чіткості дрібних текстових елементів. Стандарт ISO 2846-1 визначає колірні характеристики тріадних фарб та використовується як орієнтир при забезпеченні стабільного кольоровідтворення у поліграфічному виробництві [6].

Для друку рекламної продукції на синтетичних матеріалах, плівках та банерній тканині використовують сольвентні та УФ-чорнила. Сольвентні чорнила містять органічні розчинники, які випаровуються у процесі сушіння, забезпечуючи міцне зчеплення фарби з поверхнею матеріалу. Вони характеризуються високою стійкістю відбитку до впливу вологи, ультрафіолетового випромінювання та механічного стирання, що робить їх оптимальним вибором для зовнішньої реклами. УФ-чорнила тверднуть під дією ультрафіолетового випромінювання одразу після нанесення на матеріал, що забезпечує швидке закріплення фарби, яскравість кольору та високу стійкість зображення до подряпин і хімічних впливів. Крім того, УФ-чорнила не містять летких органічних сполук, що робить їх більш екологічними порівняно із сольвентними аналогами [7].

### 1.3.3 Допоміжні матеріали

Для підвищення експлуатаційних та естетичних властивостей рекламної продукції після друку застосовують додаткові оздоблювальні та допоміжні матеріали.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Їх використання забезпечує захист зображення від механічних пошкоджень, впливу вологи, ультрафіолетового випромінювання та інших зовнішніх факторів, що особливо важливо для зовнішньої реклами.

Ламінування є одним із найпоширеніших способів захисту рекламної продукції. Воно полягає у нанесенні прозорої полімерної плівки на поверхню відбитку методом гарячого або холодного ламінування. Ламінування підвищує стійкість продукції до стирання, подряпин, вологи та забруднень, а також покращує зовнішній вигляд виробу. Для рекламної продукції застосовують глянцеві, матові та текстурні ламінувальні плівки залежно від дизайнерських вимог та умов експлуатації.

Для додаткового захисту та покращення візуального сприйняття зображення також використовують лакування. Лак наноситься на поверхню друкованої продукції після завершення друку та може бути суцільним або вибіркоvim. Використання лаку дозволяє підвищити насиченість кольорів, надати поверхні глянцевого або матового ефекту, а також збільшити стійкість відбитка до механічних впливів і вологи.

У процесі широкоформатного друку важливу роль відіграють допоміжні хімічні матеріали, зокрема розчинники та очисні засоби. Розчинники застосовують для регулювання в'язкості сольвентних чорнил та очищення друкарських головок і елементів обладнання після завершення друку. Від правильного вибору допоміжних матеріалів залежить стабільність роботи обладнання, якість нанесення чорнил та довговічність друкованої продукції [8].

#### *1.4 Опис технологічного процесу виробництва рекламної продукції*

##### *1.4.1 Допрес-підготовка та кольороподіл*

Підготовка макету здійснюється у спеціалізованому програмному забезпеченні — Adobe Illustrator, Adobe InDesign або CorelDraw. При створенні макету необхідно дотримуватись таких основних вимог: роздільна здатність растрових зображень повинна становити не менше 150–300 dpi залежно від формату продукції та відстані

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

перегляду, усі кольори повинні бути переведені у колірну модель CMYK, а шрифти — переведені в криві або вбудовані у файл для уникнення помилок при виведенні.

Важливим етапом допрес-підготовки є кольороподіл — процес перетворення колірної інформації зображення з моделі RGB у модель CMYK. При кольороподілі визначаються відносні площі растрових елементів кожної з чотирьох фарб, що забезпечують відтворення потрібного кольору на відбитку. Для досягнення точного кольоровідтворення використовуються стандартні ICC-профілі друкарських систем, які враховують характеристики конкретного обладнання, фарб та задрукованого матеріалу. На етапі додрукарської підготовки найбільш важливим є участь RИPа. Завдання RИP – перетворити вхідне зображення, описане, наприклад, мовою PostScript, в формат друкувального пристрою, так званий растр. При цьому може проводитися масштабування до потрібного дозволу, згладжування, вибір технології растрування, форми растрової точки тощо.

RИP-система виконує обробку цифрового макета, растрування зображення, перетворення кольорової інформації та підготовку файлу до друку відповідно до параметрів друкарського обладнання. На цьому етапі здійснюється масштабування, корекція кольору, вибір типу растрування та оптимізація передачі тональних переходів.

Для підвищення якості продукції необхідно окрім аналізу загальних виробничих факторів проаналізувати основні етапи додрукарської підготовки, так як у багатьох випадках якість вихідної інформації, канали надходження та регламент роботи з вихідними файлами багато в чому визначають як якість виробничих процесів, так і якість готової продукції.

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновки, що в процесі додрукарської підготовки виникає ряд проблем, пов'язаних з перевіркою та обробкою вихідних оригіналів. Перевірка здійснюється на правильність виконання файлу (кольороподіл, треппинг, зв'язки, шрифти і т.д.), відповідність файлу вимогам існуючих нормативних документів за технічними якісними параметрами; перевірка файлу на правильність передачі кольору і кольоровідтворення.

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Обробка оригіналів на етапі додрукарської підготовки включає корекцію кольору, налаштування системи управління кольором (побудова та застосування відповідних профілів), спеціальна підготовка і обробка зображення з метою зниження витрати фарб без зниження якості друку [9].

#### 1.4.2 Підготовка файлів до друку та налаштування обладнання

Після завершення допрес-підготовки та кольороподілу виконується підготовка файлів до друку і налаштування друкарського обладнання. На цьому етапі здійснюється остаточна перевірка цифрового макета, налаштування параметрів друку та підготовка даних для виведення на широкоформатному цифровому обладнанні.

Одним із ключових етапів є RIP-обробка (Raster Image Processing), у процесі якої векторна та растрова інформація перетворюється у формат, придатний для друкувального пристрою. RIP-система виконує растрування зображення, формування друкарських даних, керування кольором, а також оптимізацію подачі чорнил залежно від типу задруковуваного матеріалу.

У процесі RIP-обробки здійснюється:

- масштабування зображення відповідно до формату продукції;
- растрування та формування растрової точки;
- налаштування лініатури растра;
- корекція кольору;
- застосування ICC-профілів;
- оптимізація витрати чорнил.

Для забезпечення стабільного кольоровідтворення проводиться калібрування друкарського обладнання та налаштування системи керування кольором. Використання ICC-профілів дозволяє врахувати характеристики друкувального обладнання, чорнил та задруковуваного матеріалу, що забезпечує точну передачу кольорів на готовому відбитку.

Перед початком друку виконується цифрова кольоропроба, яка дає можливість оцінити якість кольоровідтворення, правильність передачі відтінків та загальний

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

вигляд майбутньої продукції. За необхідності здійснюється додаткова корекція макета або параметрів друку.

Важливим етапом є також налаштування параметрів друкарського обладнання: швидкості друку, роздільної здатності, температури сушіння та режиму подачі матеріалу. Правильне налаштування обладнання забезпечує стабільність технологічного процесу, високу якість друку та зменшення кількості виробничих дефектів.

Після завершення всіх підготовчих операцій цифровий файл передається на широкоформатний струменевий принтер для виконання процесу друку рекламної продукції [10].

#### *1.4.3 Процес багатobarбового друкування*

Для виготовлення рекламної продукції застосовується широкоформатний цифровий струменевий друк, який забезпечує високу якість кольоровідтворення, оперативність виготовлення та можливість друку на різних рулонних матеріалах. Технологія базується на безконтактному нанесенні чорнил на поверхню задрукованого матеріалу за допомогою друкувальних головок.

Процес друку починається з передачі підготовленого цифрового макета до RIP-системи, яка виконує обробку зображення, растровання та формування даних для друкарського обладнання. Після цього інформація надходить до друкувальної машини, де друкувальні головки наносять мікрокраплі чорнил на поверхню матеріалу відповідно до координат зображення.

Формування повноколірного зображення здійснюється за колірною моделлю СМУК із використанням чотирьох базових кольорів: блакитного (Cyan), пурпурового (Magenta), жовтого (Yellow) та чорного (Black). Поєднання та накладання чорнил у різних пропорціях дозволяє отримувати широкий спектр кольорів і плавні тональні переходи.

Для друку рекламної продукції на банерній тканині, самоклеючих плівках та сітілайт-папері застосовують переважно сольвентні або УФ-чорнила. Сольвентні

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

чорнила характеризуються високою стійкістю до впливу вологи, ультрафіолетового випромінювання та механічного стирання, що забезпечує довговічність зовнішньої реклами. УФ-чорнила закріплюються на поверхні матеріалу під дією ультрафіолетового випромінювання, утворюючи міцний та стійкий шар зображення.

Під час друку важливе значення має точність позиціонування друкувальних головок, стабільність подачі чорнил та правильне калібрування обладнання. Для забезпечення високої якості кольоровідтворення використовують ІСС-профілі та системи керування кольором, що дозволяють досягти стабільної передачі кольорів на різних типах матеріалів.

Перевагами широкоформатного цифрового струменевого друку є висока швидкість виготовлення продукції, можливість друку великих форматів, відсутність потреби у виготовленні друкарських форм, економічність при малих і середніх тиражах, а також висока якість відтворення кольорових зображень. Технологія дозволяє виготовляти рекламну продукцію з високою деталізацією, насиченими кольорами та стійкістю до зовнішніх впливів [11].

#### *1.4.4 Постдрукарська обробка продукції*

Постдрукарська обробка рекламної продукції включає комплекс операцій, що виконуються після завершення друку і забезпечують готовий товарний вигляд виробу, його механічну міцність та придатність до монтажу. Склад операцій залежить від виду продукції та умов її подальшого використання.

Різання та обрізка є базовою операцією, яка полягає у поділі задрукованого рулонного матеріалу на вироби заданих розмірів. Виконується за допомогою гільйотинних різальних машин або автоматизованих ріжучих плотерів, що забезпечують високу точність геометричних розмірів готової продукції. Для виготовлення продукції нестандартної форми застосовується контурна вирубка або фрезерування.

Ламінування застосовується для захисту поверхні відбитку від механічного стирання, вологи, ультрафіолетового випромінювання та забруднень. На поверхню

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

задрукованого матеріалу наноситься тонка прозора полімерна плівка методом гарячого або холодного ламінування. Ламінування значно підвищує довговічність рекламної продукції, що особливо важливо для зовнішньої реклами.

Встановлення люверсів є обов'язковою операцією при виготовленні банерної продукції. Люверси — це металеві кільця, що встановлюються по краях банера для його кріплення до рекламних конструкцій. Перед встановленням люверсів краї банера додатково зварюються або проклеюються для запобігання розриву матеріалу в місцях кріплення.

Підгин та зварювання країв виконується для банерної продукції з метою підвищення міцності країв матеріалу. Край полотна підгинається та зварюється термічним або ультразвуковим методом, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження при натягуванні банера на конструкцію.

Намотування в рулон застосовується для рулонної продукції — самоклеючої плівки та просвітних матеріалів. Готова продукція намотується на картонну або пластикову втулку з дотриманням заданого натягу, що забезпечує збереження геометрії матеріалу та зручність при транспортуванні і монтажі [12].

### *1.5 Вибір та обґрунтування основного технологічного обладнання*

Для виготовлення рекламної продукції на банерній тканині, самоклеючій плівці та просвітних матеріалах необхідне обладнання, що відповідає таким основним вимогам: широкий формат друку, сумісність із сольвентними чорнилами, висока продуктивність та стабільна якість кольоровідтворення. З урахуванням цих вимог для дільниці обрано широкоформатний екосольвентний принтер Roland VersaEXPRESS RF-640.

Roland VersaEXPRESS RF-640 є промисловим широкоформатним принтером на основі п'єзоелектричної струменевої технології друку. Машина забезпечує стабільно високу якість друку на різноманітних рулонних матеріалах завдяки використанню екосольвентних чорнил ECO-SOL MAX 3. Вбудована система двоступеневого нагріву з модулем попереднього нагріву (30–45°C) та модулем сушіння (30–50°C)

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26





### 1.6 Розрахунок виробничої програми дільниці потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік

Виробнича програма дільниці кольорового друку рекламної продукції визначає обсяг продукції, що має бути виготовлений протягом планового періоду. Розрахунок базується на заданій річній потужності дільниці — 2400000 м<sup>2</sup>/рік — та режимі роботи підприємства. Розподілемо продукцію за видами. Рекламна продукція дільниці включає декілька видів, питома вага яких визначається відповідно до структури замовлень. Розподіл продукції за видами наведено у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 — Виробнича програма дільниці кольорового друку

Вид продукції	Питома вага, %	Річний обсяг, м <sup>2</sup>	Добовий обсяг, м <sup>2</sup>
Банерна продукція	40	960 000	3 840
Самоклейна плівка	30	720 000	2 880
Просвітні матеріали (сітілайти)	20	480 000	1 920
Інша рекламна продукція	10	240 000	960
Разом	100	2 400 000	9 600

Визначення річного фонду робочого часу

Номінальний річний фонд робочого часу визначається за формулою 1.2 [14]:

$$\Phi_{\text{н}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{с}}) \cdot T_{\text{зм}} \cdot n \quad (1.2)$$

де  $D_{\text{к}}$  — кількість календарних днів у році (365 днів);

$D_{\text{в}}$  — кількість вихідних днів (104 дні);

$D_{\text{с}}$  — кількість святкових днів (11 днів);

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4ВП9.026.186.001.ПЗ				

$T_{зм}$  — тривалість робочої зміни (8 год);

$n$  — кількість змін на добу (2 зміни).

Розраховуємо номінальний річний фонд:

$$\Phi_n = (365 - 104 - 11) \cdot 8 \cdot 2 = 250 \cdot 16 = 4000 \text{ год/рік}$$

Дійсний річний фонд робочого часу визначається з урахуванням коефіцієнта використання обладнання  $K_{вик} = 0,85$ , що враховує час на технічне обслуговування, налаштування та планові зупинки (1.3) [14]:

$$\Phi_d = \Phi_n \cdot K_{вик} \quad (1.3)$$

де  $F_d$  — дійсний річний фонд робочого часу обладнання, год/рік

$F_n$  — номінальний річний фонд робочого часу, год/рік (4000 год)

$K_{вик}$  — коефіцієнт використання обладнання (0,85)

Розрахуємо дійсний річний фонд робочого часу:

$$\Phi_d = 4000 \cdot 0,85 = 3400 \text{ год/рік}$$

Далі визначимо добову та змінну програми. Добова виробнича програма розраховується за формулою 1.4 [14]:

$$Q_{доб} = \frac{Q_{річ}}{D_{роб}} \quad (1.4)$$

де  $Q_{доб}$  — добовий обсяг виробництва,  $m^2/добу$

$Q_{річ}$  — річна виробнича програма,  $m^2/рік$  (2400000  $m^2$ )

$D_{роб}$  — кількість робочих днів у році, днів (у тебе: 250 днів)

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
						30
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{доб}} = \frac{2400000}{250} = 9600 \text{ м}^2/\text{добу}$$

Змінна виробнича програма визначається за формулою 1.5 [14]:

$$Q_{\text{зм}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{n} \quad (1.5)$$

де  $Q_{\text{зм}}$  — змінний обсяг виробництва, м<sup>2</sup>/зміну

$Q_{\text{доб}}$  — добовий обсяг виробництва, м<sup>2</sup>/добу

$n$  — кількість змін на добу (2 зміни)

$$Q_{\text{зм}} = \frac{9600}{2} = 4800 \text{ м}^2/\text{добу}$$

Отже, на основі розрахунків виробничої програми встановлено, що дільниця кольорового широкоформатного друку повинна забезпечувати виготовлення 2400000 м<sup>2</sup> рекламної продукції на рік. При двозмінному режимі роботи добовий обсяг виробництва становить 9600 м<sup>2</sup>, а змінний — 4800 м<sup>2</sup>. Розрахований дійсний річний фонд робочого часу обладнання складає 3400 год/рік, що враховує час на технічне обслуговування та планові зупинки. Отримані результати є основою для подальшого вибору друкарського обладнання, визначення кількості виробничих ліній та розрахунку потреби в матеріалах для забезпечення стабільного випуску рекламної продукції необхідної якості.

### 1.7 Розрахунок кількості обладнання та його завантаження

Як виробничу швидкість прийнято режим «Рекламний плакат (банер)» з роздільною здатністю 360×720 dpi —  $\Pi_{\text{r}} = 27 \text{ м}^2/\text{год}$ , що забезпечує оптимальне співвідношення якості та продуктивності для рекламної продукції.

Фактична продуктивність однієї машини з урахуванням коефіцієнта використання (1.6) [14]:

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_a = P_T \cdot K_{\text{вик}} = 27 \cdot 0,85 = 22,95 \text{ м}^2/\text{год} \quad (1.6)$$

де  $P_a$  — фактична продуктивність однієї машини,  $\text{м}^2/\text{год}$

$P_T$  — технічна (паспортна) продуктивність обладнання,  $\text{м}^2/\text{год}$  (27  $\text{м}^2/\text{год}$ )

$K_{\text{вик}}$  — коефіцієнт використання обладнання (0,85)

$$P_a = 27 \cdot 0,85 = 22,95 \text{ м}^2/\text{год}$$

Річна продуктивність однієї машини розраховуємо за формулою 1.7 [14]:

$$Q_{\text{одн}} = P_a \cdot \Phi_d \quad (1.7)$$

де  $Q_{\text{одн}}$  — річна продуктивність однієї машини,  $\text{м}^2/\text{рік}$

$P_a$  — фактична продуктивність,  $\text{м}^2/\text{год}$

$\Phi_d$  — дійсний річний фонд робочого часу обладнання,  $\text{год}/\text{рік}$  (3400  $\text{год}$ )

$$Q_{\text{одн}} = 22,95 \cdot 3400 = 78030 \text{ м}^2/\text{рік}$$

Наступним кроком розрахуємо необхідну кількість машин (1.8) [14]:

$$N = \frac{Q_{\text{річ}}}{Q_{\text{одн}}} \quad (1.8)$$

де  $N$  — розрахункова кількість одиниць обладнання, шт

$Q_{\text{річ}}$  — річна виробнича програма,  $\text{м}^2/\text{рік}$

$Q_{\text{одн}}$  — річна продуктивність однієї машини,  $\text{м}^2/\text{рік}$

$$N = \frac{2400000}{78030} = 30,8 \rightarrow \text{приймаємо 33 машини}$$

Розрахуємо коефіцієнт завантаження обладнання (1.9) [14]:

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$K_{\text{зав}} = \frac{N_{\text{розр}}}{N_{\text{прийнята}}} \quad (1.9)$$

$K_{\text{зав}}$  — коефіцієнт завантаження обладнання

$N_{\text{розр}}$  — розрахункова кількість обладнання (30,8)

$N_{\text{прийнята}}$  — прийнята кількість обладнання (33)

$$K_{\text{зав}} = \frac{30,8}{33} = 0,93$$

Коефіцієнт завантаження обладнання відповідає нормативному діапазону (0,75–0,95) і свідчить про раціональне використання обладнання на дільниці.

Зведені результати розрахунку обладнання наведено у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 — Результати розрахунку кількості обладнання

Параметр	Значення
Річна виробнича програма, м <sup>2</sup>	2400000
Дійсний фонд робочого часу, год/рік	3400
Виробнича швидкість принтера, м <sup>2</sup> /год	27,0
Фактична продуктивність, м <sup>2</sup> /год	22,95
Річна продуктивність одного принтера, м <sup>2</sup> /рік	78030
Розрахункова кількість машин, шт	30,8
Прийнята кількість машин, шт	33
Коефіцієнт завантаження	0,93

У результаті виконаних розрахунків визначено основні виробничі параметри дільниці кольорового широкоформатного друку рекламної продукції. Встановлено

річну виробничу програму в обсязі 2400000 м<sup>2</sup>, що забезпечується при двозмінному режимі роботи з добовим випуском 9600 м<sup>2</sup> та змінним — 4800 м<sup>2</sup>.

Розраховано номінальний і дійсний річний фонд робочого часу обладнання, який становить 4000 год/рік та 3400 год/рік відповідно з урахуванням коефіцієнта використання. На основі прийнятої технічної продуктивності обладнання визначено фактичну продуктивність однієї машини та її річний виробничий ресурс.

### 1.8 Розрахунок річної потреби у фарбах, матеріалах та витратних засобах

Річна потреба у задруковуваних матеріалах розраховується з урахуванням коефіцієнта відходів  $K_{\text{відх}} = 1,05$ , що враховує технологічні відходи при налаштуванні обладнання та обрізці країв матеріалу.

Потреба у банерній тканині розраховується за формулою 1.10 [15]:

$$M_{\text{бан}} = Q_{\text{бан}} \cdot K_{\text{відх}} \quad (1.10)$$

де  $M_{\text{бан}}$  — річна потреба у банерній тканині з урахуванням відходів, м<sup>2</sup>/рік;

$Q_{\text{бан}}$  — річний обсяг друку на банерній тканині, м<sup>2</sup>/рік;

$K_{\text{відх}}$  — коефіцієнт технологічних відходів, що враховує втрати матеріалу під час налаштування обладнання та обрізки,  $K_{\text{відх}}=1,05$ .

$$M_{\text{бан}} = 960000 \cdot 1,05 = 1008000 \text{ м}^2/\text{рік}$$

У перерахунку на масу:

$$G_{\text{бан}} = M_{\text{бан}} \cdot \gamma = 1008000 \cdot 0,440 = 443520 \text{ кг/рік}$$

За формулою 1.10 також розраховуємо потребу в самоклеїній плівці та потребу у просвітному папері Skylight:

Потреба у самоклеїній плівці:

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



Витрата чорнил ECO-SOL MAX 3 приймається на рівні 10 мл/м<sup>2</sup> для режиму друку «Рекламний плакат» з урахуванням середнього заповнення зображення.

Загальна річна потреба у чорнилах визначається за формулою 1.11 [15]:

$$V_{\text{чорн}} = Q_{\text{річ}} \cdot q_{\text{чорн}} \cdot K_{\text{відх}} \quad (1.11)$$

де  $V_{\text{чорн}}$  — річна потреба у чорнилах, мл/рік;

$Q_{\text{річ}}$  — річний обсяг друку, м<sup>2</sup>/рік;

$q_{\text{чорн}}$  — витрата чорнил на 1 м<sup>2</sup> задрукованого матеріалу, мл/м<sup>2</sup>;

$K_{\text{відх}}$  — коефіцієнт технологічних відходів.

$$V_{\text{чорн}} = 2400000 \cdot 10 \cdot 1,05 = 25200000 \text{ мл} = 25200 \text{ л/рік}$$

Оскільки чорнила ECO-SOL MAX 3 постачаються у картриджах об'ємом 500 куб. см (500 мл), річна потреба у картриджах розраховується за формулою 1.12 [15]:

$$N_{\text{карт}} = \frac{V_{\text{чорн}}}{V_{\text{карт}}} \quad (1.12)$$

де  $N_{\text{карт}}$  — річна потреба у картриджах, шт/рік;

$V_{\text{чорн}}$  — загальний об'єм чорнил, мл/рік;

$V_{\text{карт}}$  — об'єм одного картриджа, мл.

$$N_{\text{карт}} = \frac{25200000}{500} = 50400 \text{ картриджів/рік}$$

З урахуванням того що принтер використовує 4 кольори рівномірно:

$$N_{\text{карт на колір}} = \frac{50400}{4} = 12600 \text{ картриджів кожного кольору/рік}$$

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Для постдрукарської обробки рекламної продукції використовується ламінат. Річна потреба у ламінаті (формула 1.13) розраховується виходячи з того, що ламінуванню підлягає 50% загального обсягу продукції [15]:

$$M_{\text{лам}} = Q_{\text{річ}} \cdot 0,50 \cdot K_{\text{відх}} \quad (1.13)$$

де  $M_{\text{лам}}$  — річна потреба у ламінаті,  $\text{м}^2/\text{рік}$ ;

$Q_{\text{річ}}$  — загальний річний обсяг продукції,  $\text{м}^2/\text{рік}$ ;

0,50 — частка продукції, що підлягає ламінуванню;

$K_{\text{відх}}$  — коефіцієнт технологічних відходів.

$$M_{\text{лам}} = 2400000 \cdot 0,50 \cdot 1,05 = 1260000 \text{ м}^2/\text{рік}$$

Зведені дані по витратних засобах наведено у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 — Річна потреба у чорнилах та допоміжних матеріалах

Матеріал	Одиниця виміру	Річна потреба
Чорнила ECO-SOL MAX 3 (загалом)	л	25200
Картриджі 500 мл (загалом)	шт	50400
у т.ч. блакитні	шт	12600
у т.ч. пурпурні	шт	12600
у т.ч. жовті	шт	12600
у т.ч. чорні	шт	12600
Ламінат	$\text{м}^2$	1260000

Отже, у результаті проведених розрахунків визначено річну потребу підприємства у задруковуваних матеріалах, чорнилах та допоміжних засобах для виготовлення широкоформатної рекламної продукції. Встановлено, що загальна потреба у задруковуваних матеріалах становить 2520000 м<sup>2</sup> або 652680 кг на рік з урахуванням технологічних відходів. Також розраховано річну витрату чорнил ECO-SOL MAX 3 у кількості 25200 л, що відповідає 50400 картриджам об'ємом 500 мл. Для забезпечення постдрукерської обробки продукції потреба у ламінаті становить 1260000 м<sup>2</sup> на рік. Отримані результати можуть бути використані для планування матеріально-технічного забезпечення виробництва та організації безперебійної роботи друкарського обладнання.

### *1.9 Висновок до розділу 1*

У першому розділі дипломного проекту виконано технологічне обґрунтування ділянки кольорового друку рекламної продукції потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік.

За результатами аналізу сучасних технологій кольорового друку обрано широкоформатний цифровий струменевий друк як основний спосіб виготовлення рекламної продукції. Даний спосіб забезпечує високу якість кольоровідтворення, можливість друку на різноманітних матеріалах та оперативність виконання замовлень без потреби у виготовленні друкарських форм.

Визначено основні вимоги до якості кольорового друку рекламної продукції відповідно до стандарту ISO 12647-2:2013. Встановлено, що контроль якості кольоровідтворення здійснюється колориметричними методами з використанням системи CIE LAB та визначенням колірних відмінностей за формулою ΔE 1976 року.

Обрано та охарактеризовано матеріали для виготовлення рекламної продукції: банерну тканину FRONTLIT PREMIUM SOLEX (440 г/м<sup>2</sup>), самоклеїну вінілову плівку Ritrama RI 145/80 (110 г/м<sup>2</sup>) та просвітний папір Skylight (150 г/м<sup>2</sup>). Для друку застосовуються екосольвентні чорнила ECO-SOL MAX 3, що забезпечують стійкість відбитків до атмосферних впливів та ультрафіолетового випромінювання.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Описано технологічний процес виробництва рекламної продукції, що включає допрес-підготовку та кольороподіл, підготовку файлів до друку з використанням RIP-системи Roland VersaWorks Dual, процес широкоформатного струменевого друкування та постдрукарську обробку — різання, ламінування, встановлення люверсів та намотування в рулон.

Як основне технологічне обладнання обрано широкоформатний екосольвентний принтер Roland VersaEXPRESS RF-640 з продуктивністю 27 м<sup>2</sup>/год у режимі «Рекламний плакат». Машина відповідає всім вимогам виробництва рекламної продукції та забезпечує стабільну якість друку на всіх обраних матеріалах.

За результатами розрахунків виробничої програми встановлено, що при двозмінному режимі роботи добовий обсяг виробництва становить 9600 м<sup>2</sup>, змінний — 4800 м<sup>2</sup>. Дійсний річний фонд робочого часу обладнання складає 3400 год/рік. Для забезпечення заданої потужності ділянці необхідно встановити 33 принтери Roland VersaEXPRESS RF-640 з коефіцієнтом завантаження 0,93, що відповідає нормативному діапазону.

Розраховано річну потребу у матеріалах та витратних засобах: загальна потреба у задруковуваних матеріалах становить 2520000 м<sup>2</sup> (652680 кг), витрата чорнил — 25200 л (50400 картриджів по 500 мл), потреба у ламінаті для постдрукарської обробки — 1260000 м<sup>2</sup>/рік.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

## 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Автоматизація процесу кольорового друку

#### 2.1.1 Аналіз об'єкта автоматизації — друкарська машина

Широкоформатний цифровий струменевий друк належить до технологічних процесів з високим ступенем чутливості до відхилень параметрів виробничого середовища. Навіть незначні зміни температури, натягу матеріалу або тиску подачі чорнил призводять до помітного погіршення якості відбитку — появи смуг, нерівномірності кольору, перекосу зображення або злипання матеріалу. Саме тому автоматизований контроль та регулювання параметрів технологічного процесу є необхідною умовою стабільного виробництва якісної рекламної продукції.

Основними технологічними вузлами принтера, що підлягають автоматизованому контролю та керуванню, є система подачі та натягу задрукованого матеріалу, система подачі та контролю витрати чорнил, друкувальні головки з системою позиціонування каретки, система двоступеневого нагріву матеріалу, система підмотки готової продукції та RIP-система обробки цифрового зображення [16].

Кожен із зазначених вузлів характеризується власним набором технологічних параметрів, що потребують постійного моніторингу. Для системи нагріву критичними є температурні діапазони модуля попереднього нагріву (30–45°C) та модуля сушіння (30–50°C). Відхилення температури нижче мінімального значення призводить до недостатнього закріплення чорнил на поверхні матеріалу та їх розмазування, тоді як перегрів спричиняє деформацію синтетичних матеріалів — банерної тканини та самоклеючої плівки.

Для системи подачі матеріалу ключовим параметром є рівномірність натягу рулону на всіх етапах — від розмотування до підмотування готового відбитку.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кобченко Я. О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Томіло В. І.				40	74
Т. Контр.		Томіло В. І.			СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		
Н. Контр.		Томіло В. І.					
Затверд.		Сухий К.М.					
					ННІ «УДХТУ» 4 ВП9		

Нестабільний натяг призводить до хвилястості матеріалу в зоні друку, що унеможлиблює точне позиціонування крапель чорнила та викликає геометричні спотворення зображення. Для системи подачі чорнил критичним є підтримання стабільного тиску та своєчасне виявлення засмічення сопел друкувальних головок [13].

Сукупність зазначених параметрів формує комплексний об'єкт автоматизації, що вимагає інтегрованої системи керування з можливістю одночасного моніторингу всіх технологічних вузлів та оперативного реагування на відхилення від заданих значень [16].

### 2.1.2 Системи контролю якості друку

У широкоформатному цифровому друці якість кольоровідтворення визначається точністю відповідності кольорів готового відбитку затвердженому оригіналу. Для кількісної оцінки колірних відмінностей використовується показник  $\Delta E$  у системі CIE LAB, допустиме значення якого для рекламної продукції не повинно перевищувати 3–5 одиниць відповідно до вимог стандарту ISO 12647-2:2013 [4].

Центральним елементом системи керування кольором є RIP-програмне забезпечення, яке здійснює автоматичне застосування ICC-профілів при обробці кожного друкарського завдання. ICC-профіль враховує індивідуальні колірні характеристики конкретної пари «принтер — матеріал — чорнило» і забезпечує математично точне перетворення колірної інформації з простору оригіналу у простір відтворення. Завдяки цьому оператор отримує передбачуваний і стабільний результат кольоровідтворення незалежно від суб'єктивного сприйняття [16].

Важливою складовою системи контролю є автоматична діагностика стану сопел друкувальних головок. Засмічення або вихід з ладу окремих сопел призводить до утворення характерних горизонтальних смуг на відбитку — так званого banding-ефекту. Для його запобігання система автоматично виконує тестовий друк контрольної шкали перед початком кожного завдання, аналізує стан кожного сопла і у разі виявлення дефектів запускає цикл очищення головок без втручання оператора.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Контроль витрати чорнил здійснюється шляхом безперервного моніторингу рівня чорнил у картриджах. При досягненні критичного рівня система автоматично перемикається на резервний картридж, забезпечуючи безперервність виробничого процесу. Одночасно на комп'ютер або смартфон оператора надсилається сповіщення про необхідність заміни картриджа, що дозволяє завчасно підготувати витратні матеріали та уникнути простоїв обладнання [13].

Для оцінки загальної якості кольоровідтворення на виробництві рекомендується проводити регулярні вимірювання контрольних відбитків спектрофотометром з визначенням координат кольору в системі CIE LAB та порівнянням із еталонними значеннями ICC-профілю. Така методика дозволяє своєчасно виявляти дрейф кольоровідтворення внаслідок зношування головок або зміни партії чорнил і вносити відповідні корективи до профілю обладнання [16].

## *2.2 Охорона праці та безпека виробництва*

### *2.2.1 Аналіз шкідливих факторів у цеху кольорового друку (пари розчинників, шум, УФ-випромінювання)*

Процес праці на підприємствах видавничо-поліграфічної галузі та, зокрема, на проектованій ділянці широкоформатного кольорового друку рекламної продукції, супроводжується впливом на організм працюючих комплексу чинників виробничого середовища. Відповідно до загальноприйнятої гігієнічної класифікації, ці чинники поділяють на чотири основні групи: фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Під час експлуатації сучасного цифрового друкарського обладнання (струменевого широкоформатного принтера Roland VersaEXPRESS RF-640) та проведення технологічних операцій з підготовки матеріалів і післядрукарської обробки, найбільше значення мають хімічні (пари органічних розчинників, компоненти фарб) та фізичні (виробничий шум, ультрафіолетове випромінювання сушильних систем, статична електрика) шкідливі виробничі фактори. Позаяк переважна частина дрібних і середніх поліграфічних діляниць часто функціонує в умовах обмежених площ або в

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

межах міських забудов із мінімальними санітарно-захисними зонами, детальний аналіз та нормування цих факторів є критично важливими для забезпечення безпеки життєдіяльності персоналу.

Преважаючим і найбільш небезпечним чинником у цеху кольорового широкоформатного друку є хімічний фактор. Специфіка струменевого технологічного процесу передбачає фіксацію фарби на полімерних та паперових носіях за рахунок випаровування рідкої фази (носія) або під впливом радіаційного (УФ) затвердження. Хімічні речовини надходять у повітря робочої зони переважно у вигляді парів та дрібнодисперсних аерозолів під час безпосереднього нанесення зображення, у процесі примусового сушіння відбитків, а також під час обслуговування обладнання в міжопераційний період (очищення друкарських голівок, змивання залишків фарби органічними розчинниками). У разі застосування традиційних сольвентних або екосольвентних чорнил основними джерелами забруднення повітряного середовища виступають леткі органічні сполуки (ЛОС). До складу розчинників і розріджувачів, що забезпечують необхідну в'язкість та швидкість висихання чорнил на дільниці, входять сполуки різних класів небезпеки:

- Толуол та ксилол: належать до III класу небезпеки (помірно небезпечні речовини). Вони мають виражену наркотичну дію, викликають подразнення слизових оболонок дихальних шляхів та очей, а за тривалого систематичного впливу можуть призводити до функціональних розладів центральної нервової системи та кровотворних органів.
- Етилацетат та ізопропіловий спирт (ізопропанол): належать до IV класу небезпеки (малонебезпечні речовини). Проте висока леткість цих сполук зумовлює їх швидке накопичення в замкненому просторі цеху. Вони здатні викликати головний біль, запаморочення, сухість шкірних покривів при контакті та загальну втому працівників.
- Ацетон: леткий розчинник IV класу небезпеки, який використовується для глибокого очищення елементів фарбоподавальної системи. Пари ацетону

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

мають здатність акумулюватися в організмі та негативно впливати на дихальний центр.

Постійне перебування друкаря та допоміжних робітників у зоні з підвищеною концентрацією парів ЛОС без належних вентиляційних систем призводить до професійних захворювань органів дихання та хронічних інтоксикацій. Контроль за хімічним фактором здійснюється шляхом жорсткого дотримання Гранично Допустимих Концентрацій (ГДК) речовин у повітрі робочої зони.

Джерелами шумового навантаження та локальної (або загальної) вібрації в цеху широкоформатного друку є механічні вузли друкарської машини: системи протягування та змотування рулонних матеріалів (плівок, банерів), каретка з друкарськими голівками, що здійснює високошвидкісні зворотно-поступальні рухи, а також допоміжне інженерне обладнання — компресори, вентилятори примусової місцевої витяжної вентиляції та системи повітряного сушіння відбитків.

Тривалий вплив шуму, що перевищує санітарні норми (для поліграфічних цехів верхня межа становить, як правило, 75–80 дБА), викликає специфічні та неспецифічні патологічні зміни в організмі працюючих. Насамперед страждає слуховий аналізатор (розвивається професійна приглухуватість), а також виникають порушення з боку нервової та серцево-судинної систем. Шум діє як психофізіологічний стресор: знижує концентрацію уваги оператора Roland, уповільнює реакцію, що суттєво підвищує ймовірність помилок під час налаштування колірної профілю чи RIP-обробки, а також збільшує ризик виникнення виробничого травматизму через послаблення сприйняття звукових сигналів небезпеки.

Сучасний технологічний процес виготовлення рекламної продукції (особливо друк на жорстких або еластичних полімерах із ПВХ, банерних тканинах) часто передбачає використання УФ-затверджуваних фарб. Для їхньої миттєвої полімеризації безпосередньо в конструкцію принтера або в сушильний модуль інтегруються потужні джерела ультрафіолетового випромінювання (УФ-лампи або УФ-світлодіоди).

									Арк.
									44
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

УФ-випромінювання за своїм біологічним впливом є високоактивним чинником. Неконтрольована дія прямих або відбитих ультрафіолетових променів на персонал ділянки становить серйозну загрозу:

- Для органів зору: виникає гостре ураження кон'юнктиви та рогівки ока (фотокератит, електроофтальмія), що проявляється відчуттям «піску в очах», сльозотечею, світлобоязню. Тривала дія хронічних малих доз підвищує ризик розвитку катаракти.
- Для шкірних покривів: випромінювання здатне викликати еритеми (опіки шкіри), дерматити, а за тривалого кумулятивного ефекту — фотостаріння та деструктивні зміни клітин шкіри.

Окрім того, під дією жорсткого УФ-випромінювання на кисень повітря навколо друкарської зони відбувається утворення озону ( $O_3$ ) та оксидів азоту ( $NO_x$ ). Озон є газом I класу небезпеки (надзвичайно небезпечний), який навіть у мінімальних кількостях діє як сильний окисник, викликаючи подразнення верхніх дихальних шляхів, кашель та бронхоспазми.

Під час швидкісного переміщення та тертя діелектричних рулонних матеріалів (полівінілхлоридних самоклеючих плівок Ritrama, банерних тканин, поліефірних паперів) об металеві та валикові напрямні елементи принтера відбувається генерація та накопичення значних зарядів статичної електрики.

Статичний заряд на поверхні матеріалу створює сильні електромагнітні поля, які:

1. Негативно впливають на функціональний стан нервової системи робітника (викликають дратівливість, почуття тривоги).
2. Призводять до періодичних больових ударів струмом під час дотику оператора до задрукованого полотна.
3. Технологічно погіршують якість друку (спричиняють відхилення мікрокрапель чорнила від заданої траєкторії та притягують паперовий і полімерний пил).
4. Створюють пряму пожежну небезпеку: іскровий розряд статичної електрики в зоні високої концентрації парів летких розчинників (толуолу, етилацетату,

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ізопропанолу) може стати причиною спалаху або вибуху пилогазоповітряної суміші в приміщенні цеху [17].

Для систематизації та безперервного контролю виробничого середовища основні хімічні компоненти, що виділяються на дільниці широкоформатного кольорового друку рекламної продукції, зведені у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 — Характеристика хімічних шкідливих речовин друкарського цеху [17]

Назва шкідливої речовини	Хімічна формула	Клас небезпеки	Характер впливу на організм людини
Толуол	$C_7H_8$	III	Має наркотичну дію, уражає нервову систему, подразнює слизові оболонки.
Ксилол	$C_8H_{10}$	III	Подразнює шкіру та очі, викликає головний біль, може спричинити порушення роботи кровотворної системи.
Етилацетат	$C_4H_8O_2$	IV	Має слабку наркотичну дію, викликає дерматити та подразнення дихальних шляхів.
Ізопропіловий спирт	$C_3H_8O$	IV	Подразнює очі та верхні дихальні шляхи, пригнічує центральну нервову систему.
Озон (утворюється при УФ-друці)	$O_3$	I	Має сильний токсичний та окиснювальний ефект, викликає глибоке ураження легеневої тканини.

Таким чином, комплексна оцінка та постійний моніторинг шкідливих чинників у цеху кольорового друку є базовим етапом, на основі якого розробляються інженерно-технічні заходи з виробничої санітарії, розраховуються параметри загальнообмінної вентиляції та підбираються засоби індивідуального захисту персоналу дільниці [17].

										Арк.
										46
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4ВП9.026.186.001.ПЗ					

## 2.2.2 Заходи з охорони праці та виробничої санітарії

Для нейтралізації та мінімізації впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, виявлених у підрозділі 2.2.1, на проєктованій дільниці кольорового друку рекламної продукції передбачено комплекс організаційних, інженерно-технічних та лікувально-профілактичних заходів. Система охорони праці та виробничої санітарії розроблена відповідно до чинних нормативно-правових актів України (зокрема, Закону України «Про охорону праці», ДБН, ДСТУ та Санітарних норм).

Раціональне планування цеху є першочерговим кроком до створення безпечних умов праці. Виробничі площі дільниці розраховані з урахуванням габаритних розмірів обладнання (Roland VersaEXPRESS RF-640), зон його обслуговування, а також проходів для персоналу та транспортування матеріалів (рулонів банера та плівок).

Об'ємно-планувальні рішення забезпечують питомий повітряний об'єм на одного працівника не менше 15 м<sup>3</sup>, а площу — не менше 4,5 м<sup>2</sup>. Стіни та підлога приміщення мають гладку поверхню, яка стійка до дії вологи, слабких кислот, лугів та органічних розчинників, що дозволяє проводити регулярне вологе прибирання для запобігання накопиченню хімічного пилу. Підлога спроектована з антистатичним покриттям для унеможливлення іскроутворення та накопичення статичного заряду під час розмотування рулонних носіїв.

Оскільки основним шкідливим чинником у цеху є виділення летких органічних сполук (ЛОС) та озону, ключовим заходом виробничої санітарії є проектування ефективної системи вентиляції. На дільниці передбачено комбіновану систему вентиляції:

1. Місцева витяжна вентиляція: Інтегрується безпосередньо над зонами максимального виділення шкідливих речовин — над друкарським трактом широкоформатного принтера, вузлом примусового теплового сушіння відбитків та столом для міжопераційного очищення і змивання друкарських головок. Місцеві відсоси (витяжні парасолі) вловлюють пари толуолу, ксилолу,

						4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

ізопропанолу та озону безпосередньо у місці їх утворення, не дозволяючи їм поширюватися по всьому об'єму цеху.

2. Загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням: Забезпечує нормативний повітрообмін у всьому приміщенні дільниці (не менше 4–6 обмінів повітря за годину). Припливне повітря подається у верхню зону приміщення після попереднього очищення та підігріву (в зимовий період), а витяжка здійснюється як з верхньої зони (для видалення легких газів та тепла), так і з нижньої (оскільки пари більшості органічних розчинників важчі за повітря і здатні накопичуватися біля підлоги).

Швидкість руху повітря на робочих місцях підтримується в межах 0,2–0,3 м/с, а відносна вологість — 40–60%, що відповідає оптимальним мікрокліматичним умовам для робіт середньої важкості.

Для забезпечення нормативного рівня звукового тиску (до 75 дБА) вжито такі інженерні заходи:

- Електродвигуни систем вентиляції, компресори та інші шумні допоміжні агрегати винесені за межі основного друкарського залу в окремі ізольовані технічні приміщення.
- Повітроводи вентиляційних систем оснащені шумоглушниками.
- Основи під станину друкарського устаткування обладнуються віброізолювальними пружними прокладками (амортизаторами), що знижує передачу структурного шуму та локальної вібрації на будівельні конструкції.

Під час використання УФ-затверджуваних чорнил, джерела випромінювання (лампи чи світлодіодні блоки) повністю екрануються непрозорими захисними кожухами, які конструктивно входять до складу принтера Roland і унеможливають потрапляння прямих променів у вічі оператора. На оглядових вікнах обладнання встановлюють спеціальне захисне скло (світлофільтри), що затримує ультрафіолетовий спектр. Оскільки УФ-випромінювання супроводжується генерацією озону, повітря з-під екранованих зон видалається окремим локальним вентиляційним контуром підвищеної потужності.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Для усунення небезпеки статичних зарядів під час роботи з плівками та банерами реалізовано:

- Заземлення: Усі металеві нерухомі та рухомі частини друкарського обладнання, напрямні валики, станина принтера та столи для порізки з'єднані з загальнозаводським контуром заземлення (опір розтіканню струму не більше 4 Ом).
- Іонізація повітря: На ділянках розмотування та змотування рулонів встановлюються індукційні або електричні нейтралізатори статичної електрики (іонізаційні шини), які насичують повітря іонами обох знаків, нейтралізуючи заряд на поверхні полімерного матеріалу.
- Підтримання вологості: Контроль за тим, щоб вологість у приміщенні не падала нижче 50%, що природним чином зменшує генерацію статичної електрики.

Технологічний процес кольорового друку вимагає високої точності оцінки якості кольоровідтворення, колориметричного контролю та ідентифікації колірних відхилень ( $\Delta E$ ). Тому до освітлення дільниці висуваються підвищені вимоги.

Передбачено комбіноване освітлення: поєднання природного (через бічні віконні прорізи) та штучного. Штучне робоче освітлення реалізується за допомогою енергоефективних світлодіодних (LED) світильників. Загальне освітлення цеху забезпечує рівень освітленості на робочих поверхнях не менше 300 Лк. Для робочого місця оператора (зона колориметричного контролю, перевірки відбитків на приймальному столі) передбачено місцеве освітлення з рівнем освітленості не менше 500 Лк. Використовуються джерела світла з високим індексом коліропередачі ( $R_a \geq 90$ ) та колірною температурою близько 5000–6500 К (імітація стандартного денного світла D50/D65 відповідно до ISO 12647-2), що виключає спотворення сприйняття кольорів друкарем.

Персонал дільниці забезпечується безкоштовними ЗІЗ відповідно до встановлених галузевих норм:

- Спецодяг та спецвзуття: Бавовняні халати або костюми, що не накопичують статичну електрику, та взуття на нековзній підшві.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- Захист органів дихання: Під час виконання робіт з глибокого очищення обладнання розчинниками, або у разі аварійної зупинки вентиляції, працівники зобов'язані використовувати респіратори з газовими фільтрами марки «А» (для захисту від парів органічних сполук).
- Захист органів зору та шкіри рук: Під час приготування фарб, заливання чорнил та роботи зі змивними речовинами обов'язковим є використання захисних окулярів та хімічно стійких рукавичок (нітрилових або бутилкаучукових).

Медичні заходи: Відповідно до чинного законодавства, усі працівники дільниці кольорового друку підлягають обов'язковим попередньому (під час прийняття на роботу) та періодичним (не рідше одного разу на рік) медичним оглядам за участю терапевта, дерматолога та невропатолога. Це дозволяє вчасно виявляти ранні ознаки професійних захворювань органів дихання, зору та нервової системи. До самостійної роботи допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, вступний, первинний та повторні інструктажі з охорони праці та мають відповідне посвідчення [17].

### 2.2.3 Пожежна безпека

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», за наявністю парів ЛЗР та горючих матеріалів приміщення дільниці широкоформатного кольорового друку належить до категорії В (пожежонебезпечне). За класифікацією Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) зона цеху, де можливе короткочасне утворення вибухонебезпечних сумішей парів розчинників з повітрям під час міжопераційного очищення обладнання, відноситься до класу П-І (пожежонебезпечна зона в приміщенні, де виробляються або зберігаються горючі рідини).

Для запобігання поширенню вогню у разі виникнення позаштатної ситуації, приміщення дільниці відокремлюється від сусідніх цехів та допоміжних зон протипожежними стінами та перегородками з мінімальною межею вогнестійкості не

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

менше REI 45. Евакуаційні виходи (двері) проектується такими, що відчиняються у напрямку виходу з приміщення (по ходу евакуації). Шляхи евакуації та проходи між обладнанням утримуються постійно вільними; їхня ширина розрахована відповідно до нормативів і становить не менше 1,2 м. Шляхи евакуації обладнуються світловими покажчиками «ВИХІД» із автономними джерелами живлення та аварійним евакуаційним освітленням.

Основними причинами пожеж на поліграфічних підприємствах є іскри від несправного електрообладнання, розряди статичної електрики та порушення правил зберігання хімічних речовин. Для їх усунення на дільниці реалізовано такі рішення:

1. Вибухозахищене електрообладнання: Усі електродвигуни вентиляційних систем, світильники, вимикачі та розетки в зоні друку та зберігання витратних матеріалів мають відповідний рівень вибухозахисту та вологопилозахисту (не нижче IP54). Електропроводка виконується мідним кабелем у негорючій ізоляції (НГ), прокладеним у спеціальних металевих трубах або закритих лотках.
2. Захист від статичної електрики як джерела запалювання: Як було зазначено в аналізі шкідливих факторів, швидкісне розмотування рулонів плівок Ritrama генерує статичний заряд, іскра від якого може запалити пари етилацетату чи ацетону. На дільниці впроваджено обов'язкове технологічне заземлення станини принтера Roland, приймальних столів та металевих стелажів із опором не більше 4 Ом. Це забезпечує миттєве стікання електричного заряду в землю. Додатково застосовуються іонізаційні шини для нейтралізації зарядів на поверхні полімерів.
3. Режим зберігання ЛЗР: Витратні матеріали (чорнила, змивки, розчинники) зберігаються в цеху в кількості, що не перевищує змінну потребу, і суворо у герметично закритій металевій тарі в спеціальній металевій шафі з маркуванням «Вогнебезпечно». Використаний обтиральний матеріал (ганчір'я, просочене сольвентом або змивкою) негайно складається у металеві

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ящики з щільними кришками і в кінці кожної зміни виносяться з приміщення для подальшої утилізації.

Для забезпечення швидкої локалізації пожежі на початковій стадії дільниця укомплектовується первинними засобами пожежогасіння відповідно до норм приналежності:

1. На кожні 100 м<sup>2</sup> площі приміщення передбачено розміщення не менше двох вогнегасників. Враховуючи категорію приміщення (В) та специфіку обладнання (електроустановки під напругою та ЛЗР), дільниця оснащується вуглекислотними вогнегасниками (типу ВВ-3 або ВВ-5) для гасіння електромереж без ризику пошкодження друкарських головок принтера, а також порошковими вогнегасниками (типу ВП-5) для ліквідації загорянь розлитих розчинників чи рулонів банера.
2. У цеху встановлюється пожежний щит (ЩП-В), укомплектований шанцевим інструментом (сокира, багор, покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або кошма розміром 2х2 м, ящик з сухим піском об'ємом 0,5 м<sup>3</sup>).

Приміщення дільниці кольорового друку в обов'язковому порядку обладнується автоматичною пожежною сигналізацією. Беручи до уваги, що під час горіння ЛЗР та полімерів насамперед виділяється велика кількість диму, в цеху встановлюються стельові автоматичні димові пожежні сповіщувачі. Сигнал від них виводиться на пульт централізованого спостереження підприємства або ДСНС. Поруч із виходами з приміщення монтуються ручні пожежні сповіщувачі (кнопки) для примусової активації тривоги персоналом.

З метою підтримання високого рівня протипожежного режиму на дільниці наказом керівника призначається особа, відповідальна за пожежну безпеку цеху. Усі працівники під час прийняття на роботу проходять первинний протипожежний інструктаж, а надалі — повторні інструктажі не рідше одного разу на півроку з реєстрацією у спеціальному журналі. На видному місці вивіщується розроблений та затверджений «План евакуації людей та матеріальних цінностей під час пожежі», а також таблички із зазначенням номеру телефону екстреної служби (101) та ПІБ

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4ВП9.026.186.001.ПЗ

відповідального за пожежну безпеку ділянки. Паління та використання відкритого вогню в приміщенні ділянки суворо заборонено [17].

#### 2.2.4 Охорона навколишнього середовища

Екологічне обґрунтування проекту та заходи з охорони довкілля розроблені відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закону України «Про управління відходами», вимог екологічної безпеки та положень сучасних концепцій «чистішого виробництва» й екологізації поліграфії.

Основним екологічним викликом для ділянки кольорового друку, що використовує сольвентні чорнила та очисні розчинники, є забруднення атмосферного повітря газоподібними викидами. У процесі друку на принтері Roland VersaEXPRESS RF-640 та подальшого сушіння банерів та плівок, рідка фаза фарби випаровується. Через загальнообмінну й місцеву вентиляційні системи в атмосферу виводяться леткі органічні сполуки (ЛОС) — толуол, ксилол, етилацетат, ізопропіловий спирт, а також озон (у разі часткового використання УФ-фарб).

Для захисту повітряного басейну міста від перевищення Гранично Допустимих Викидів (ГДВ) на проєктованій ділянці передбачено такі заходи:

1. Технологічна модернізація фарбової системи: Мінімізація викидів ЛОС досягається завдяки використанню сучасних екосольвентних чорнил, у складі яких частка агресивних і надзвичайно летких розчинників зведена до мінімуму на користь безпечніших і менш летких гліколевих ефірів.
2. Очищення вентиляційних викидів: Повітря, що видаляється місцевими відсосами безпосередньо з друкарського тракту та сушильних модулів, перед викидом в атмосферу проходить через систему адсорбційних вугільних фільтрів (фільтрів-поглиначів). Проходячи крізь шар активованого вугілля, пари толуолу, ксилолу та етилацетату уловлюються з ефективністю до 85–92%, що гарантує чисті вихлопи на виході з вентиляційної шахти.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



Струменевий широкоформатний друк є умовно «сухим» технологічним процесом, тобто вода безпосередньо у технологічному циклі нанесення чорнил на матеріал не використовується (на відміну від класичного офсетного чи флексографського виробництва, де потрібні значні об'єми води для приготування розчинів чи вимивання форм). Вода на ділянці використовується виключно для господарсько-побутових потреб персоналу та вологого прибирання приміщень.

Для виключення забруднення стічних вод вживаються такі заходи:

- Категорично заборонено промивання елементів фарбоподавальної системи чи тари під проточним краном із виливом у загальноміську господарсько-фекальну каналізацію. Усі процеси очищення виконуються в закритих піддонах, а змивні розчини збираються в ємності для рідких хімічних відходів (згідно з табл. 2.2).
- Побутові стоки відводяться у загальнозаводську мережу каналізації без додаткового очищення, оскільки вони не містять специфічних промислових забруднювачів.

Екологізація сучасного виробництва також тісно пов'язана зі зниженням споживання енергетичних ресурсів, що зменшує загальний екологічний слід підприємства. На ділянці реалізовано такі енергоощадні рішення:

- Застосування для сушіння відбитків сучасних інфрачервоних (ІЧ) сушильних елементів із автоматичним регулюванням потужності залежно від швидкості друку, що оптимізує витрати електроенергії.
- Використання виключно LED-світильників для загального та місцевого освітлення ділянці.
- Впровадження елементів рекуперації тепла у припливно-витяжній вентиляції (використання тепла витяжного повітря для підігріву свіжого припливного повітря взимку), що значно знижує навантаження на опалювальну систему будівлі.

Впровадження перелічених технологічних та інженерно-екологічних рішень дозволяє мінімізувати екологічні ризики проєкту, забезпечує відповідність ділянці

									Арк.
									55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

кольорового друку суворим природоохоронним стандартам та робить виробництво екологічно безпечним для довкілля і прилеглих територій [17].

## 2.3 Економічна частина

### 2.3.1 Розрахунок капітальних витрат на організацію ділянки

Капітальні витрати на організацію ділянки кольорового широкоформатного друку включають витрати на придбання основного та допоміжного обладнання, його транспортування, монтаж і налагодження, а також витрати на підготовку виробничих площ [18].

Вартість основного технологічного обладнання визначається за формулою (2.1) [18]:

$$K_o = C_{од} \cdot N \quad (2.1)$$

де  $C_{од}$  — ціна одного принтера Roland VersaEXPRESS RF-640, грн;

$N$  — прийнята кількість одиниць обладнання, шт.

$$K_o = 511830 \cdot 33 = 16890390 \text{ грн}$$

Витрати на транспортування обладнання приймаються у розмірі 5% від його вартості:

$$K_{тр} = K_o \cdot 0,05 = 16890390 \cdot 0,05 = 844520 \text{ грн}$$

Витрати на монтаж та налагодження обладнання приймаються у розмірі 10% від його вартості:

$$K_{мон} = K_o \cdot 0,10 = 16890390 \cdot 0,10 = 1689039 \text{ грн}$$

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

До допоміжного обладнання дільниці належать комп'ютерні робочі станції для підготовки макетів та керування принтерами, ламінатори для постдрукерської обробки продукції та різальні плотери для контурної різки та обрізки матеріалів. Вартість допоміжного обладнання наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 — Вартість допоміжного обладнання дільниці

Найменування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Комп'ютерна робоча станція	6	45000	270000
Ламінатор широкоформатний	4	85000	340000
Різальний плотер	3	120000	360000
Стіл монтажний	6	18000	108000
Разом	—	—	1078000

*\*Ціни на допоміжне обладнання прийнято на підставі моніторингу ринку станом на 2024–2025 р.*

Площа дільниці визначається виходячи з габаритів основного обладнання та нормативних відстаней між машинами. Габарити одного принтера Roland VersaEXPRESS RF-640 становлять 2575 × 795 мм. З урахуванням проходів для обслуговування та нормативних відстаней між машинами площа на одиницю обладнання приймається 18 м<sup>2</sup>.

Площа під основне обладнання розраховується за формулою 2.2 [18]:

$$S_{\text{осн}} = N \cdot s_{\text{од}} \quad (2.2)$$

$$S_{\text{осн}} = 33 \cdot 18 = 594 \text{ м}^2.$$

										4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							57

З урахуванням допоміжних площ (склад матеріалів, зона постдрукерської обробки, адміністративна зона) загальна площа ділянки становить (2.3) [18]:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{осн}} \cdot 1,35 \quad (2.3)$$

$$S_{\text{заг}} = 594 \cdot 1,35 = 802 \text{ м}^2$$

Витрати на підготовку та оренду виробничих площ приймаються з розрахунку 1200 грн/м<sup>2</sup> на рік (2.4) [18]:

$$K_{\text{буд}} = S_{\text{заг}} \cdot C_{\text{пл}} \quad (2.4)$$

$$K_{\text{буд}} = 802 \cdot 1200 = 962400 \text{ грн}$$

Інші капітальні витрати (витрати на проектування, підготовку документації, навчання персоналу) приймаються у розмірі 5% від суми попередніх статей (2.5) [18]:

$$K_{\text{ін}} = (K_{\text{о}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{мон}} + K_{\text{дод}} + K_{\text{буд}}) \cdot 0,05 \quad (2.5)$$

$$K_{\text{ін}} = (16\,890\,390 + 844\,520 + 1\,689\,039 + 1\,078\,000 + 962\,400) \cdot 0,05 = 1073217 \text{ грн}$$

Загальна сума капітальних витрат на організацію ділянки визначається за формулою (2.6) [18]:

$$K_{\text{заг}} = K_{\text{о}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{мон}} + K_{\text{дод}} + K_{\text{буд}} + K_{\text{ін}} \quad (2.6)$$

$$K_{\text{заг}} = 16890\,390 + 844520 + 1689039 + 1078000 + 962400 + 1073217 = 22537566 \text{ грн}$$

Зведені результати розрахунку капітальних витрат наведено у таблиці 2.4.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 — Зведені капітальні витрати на організацію дільниці

Стаття витрат	Сума, грн	Питома вага, %
Основне обладнання	16 890 390	74,9
Транспортування	844 520	3,7
Монтаж та налагодження	1 689 039	7,5
Допоміжне обладнання	1 078 000	4,8
Виробничі площі	962 400	4,3
Інші витрати	1 073 217	4,8
Разом	22 537 566	100

Таким чином, загальна сума капітальних витрат на організацію дільниці кольорового широкоформатного друку рекламної продукції потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік становить 22537566 грн, з яких основна частка — 74,9% — припадає на вартість основного технологічного обладнання.

### 2.3.2 Розрахунок собівартості 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції

Собівартість одиниці продукції визначається як сума всіх витрат на її виробництво. Розрахунок виконується на 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції з урахуванням структури виробничої програми дільниці.

Вартість задруковуваних матеріалів на 1 м<sup>2</sup> продукції визначається як середньозважена величина з урахуванням питомої ваги кожного виду продукції у загальному обсязі виробництва. Ринкові ціни на матеріали наведено у таблиці 2.5.

						4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			59

Таблиця 2.5 — Вартість задруковуваних матеріалів

Матеріал	Питома вага, %	Ціна, грн/м <sup>2</sup>	Витрати, грн/м <sup>2</sup>
Банерна тканина FRONTLIT	40	100	40,00
Самоклейна плівка RI 145/80	30	150	45,00
Просвітний папір Skylight	20	110	22,00
Інша продукція	10	120	12,00
Разом	100	—	119,00

\*Ціни на допоміжне обладнання прийнято на підставі моніторингу ринку станом на 2024–2025 р.

З урахуванням коефіцієнта технологічних відходів  $K_{\text{відх}} = 1,05$ :

$$V_{\text{мат}} = 119,00 \cdot 1,05 = 124,95 \text{ грн/м}^2$$

Вартість картриджа ECO-SOL MAX 3 об'ємом 500 мл становить 3 000 грн, що відповідає вартості 1 мл чорнила:

$$C_{\text{мл}} = \frac{3000}{500} = 6,00 \text{ грн/мл.}$$

При витраті чорнил 10 мл/м<sup>2</sup> витрати на чорнила на 1 м<sup>2</sup>:

$$V_{\text{чорн}} = q_{\text{чорн}} \cdot C_{\text{мл}} \cdot K_{\text{відх}} = 10 \cdot 6,00 \cdot 1,05 = 63,00 \text{ грн/м}^2$$

Ламінуванню підлягає 50% загального обсягу продукції. Вартість ламінату становить 45 грн/м<sup>2</sup>:

$$V_{\text{лам}} = 45,00 \cdot 0,50 \cdot 1,05 = 23,63 \text{ грн/м}^2$$

Загальні витрати на матеріали:

										4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							60

$$B_M = B_{\text{мат}} + B_{\text{чорн}} + B_{\text{лам}} = 124,95 + 63,00 + 23,63 = 211,58 \text{ грн/м}^2$$

Споживана потужність 33 принтерів:

$$P = 33 \cdot 1,07 = 35,31 \text{ кВт}$$

1,07 кВт — це споживана потужність одного принтера Roland VersaEXPRESS RF-640 у процесі роботи, яка дорівнює  $1070 \text{ Вт} = 1,07 \text{ кВт}$ .

Річне споживання електроенергії з урахуванням допоміжного обладнання (2.7) [19]:

$$W_{\text{річ}} = P_{\text{пр}} \cdot \Phi_{\text{д}} + W_{\text{доп}} \quad (2.7)$$

$$W_{\text{річ}} = 35,31 \cdot 3400 + 50000 = 170054 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

де  $P_{\text{пр}}$  — сумарна потужність принтерів, кВт;

$\Phi_{\text{д}}$  — дійсний річний фонд робочого часу, год/рік;

$W_{\text{доп}}$  — річне споживання допоміжного обладнання (комп'ютери, ламінатори, різальні плотери, освітлення), кВт·год/рік, прийняте розрахунково.

При тарифі на електроенергію 4,32 грн/кВт·год річні витрати (2.8) [19]:

$$B_{\text{екл.річ}} = W_{\text{річ}} \cdot \text{Ц}_e \quad (2.8)$$

$$B_{\text{екл.річ}} = 170\,054 \cdot 4,32 = 734633 \text{ грн/рік}$$

де  $\text{Ц}_e$  — тариф на електроенергію для промислових споживачів, грн/кВт·год.

Витрати на електроенергію на  $1 \text{ м}^2$  продукції (2.9) [18]:

$$B_{\text{екл}} = \frac{B_{\text{екл.річ}}}{Q_{\text{річ}}} \quad (2.9)$$

$Q_{\text{річ}}$  — річна виробнича програма ділянки,  $\text{м}^2/\text{рік}$

$$B_{\text{екл}} = \frac{734633}{2400000} = 0,31 \text{ грн/м}^2$$

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Для обслуговування 33 принтерів при двозмінному режимі роботи необхідно залучити виробничих робітників з розрахунку 1 оператор на 3 машини. Чисельність та фонд оплати праці наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 — Чисельність та фонд оплати праці персоналу дільниці

Категорія	Кількість, осіб	Оклад, грн/міс	Річний ФОП, грн
Оператори принтерів	22	22000	5808000
Майстри змін	4	28000	1344000
Контролери якості	2	24000	576000
Механіки	3	26000	936000
Комірники	2	18000	432000
Разом	33	—	9096000

Основна заробітна плата на 1 м<sup>2</sup>:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{9\,096\,000}{2\,400\,000} = 3,79 \text{ грн/м}^2$$

Додаткова заробітна плата (20% від основної):

$$Z_{\text{дод}} = 3,79 \cdot 0,20 = 0,76 \text{ грн/м}^2$$

ЄСВ становить 22% від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$ВЄСВ = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}) \cdot 0,22 = (3,79 + 0,76) \cdot 0,22 = 1,00 \text{ грн/м}^2$$

										Арк.
										62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4ВП9.026.186.001.ПЗ					

Норма амортизації для поліграфічного обладнання становить 20% на рік (термін корисного використання 5 років). Річні амортизаційні відрахування:

$$A_{\text{річ}} = (K_o + K_{\text{дод}}) \cdot 0,20 = (16890390 + 1078000) \cdot 0,20 = 3593678 \text{ грн/рік}$$

Амортизація на 1 м<sup>2</sup>:

$$A = \frac{3593678}{2400000} = 1,50 \text{ грн/м}^2$$

Витрати на технічне обслуговування приймаються у розмірі 5% від вартості обладнання на рік:

$$V_{\text{то,річ}} = K_o \cdot 0,05 = 16890390 \cdot 0,05 = 844520 \text{ грн/рік.}$$

На 1 м<sup>2</sup>:

$$V_{\text{то}} = \frac{844520}{2400000} = 0,35 \text{ грн/м}^2$$

Загальновиробничі витрати включають витрати на утримання виробничих площ, опалення, освітлення та інші накладні витрати виробничого характеру. Приймаються у розмірі 80% від основної заробітної плати (2.10) [19]:

$$V_{\text{звв}} = Z_{\text{осн}} \cdot 0,80 \quad (2.10)$$

$$V_{\text{звв}} = 3,79 \cdot 0,80 = 3,03 \text{ грн/м}^2$$

Виробнича собівартість визначаємо за формулою 2.11 [19]:

$$V_{\text{св}} = V_{\text{м}} + V_{\text{скл}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}} + V_{\text{ССВ}} + A + V_{\text{то}} + V_{\text{звв}} \quad (2.11)$$

$$V_{\text{св}} = 211,58 + 0,31 + 3,79 + 0,76 + 1,00 + 1,50 + 0,35 + 3,03 = 222,32 \text{ грн/м}^2$$

Загальногосподарські витрати приймаються у розмірі 15% від виробничої собівартості:

$$V_{\text{госп}} = 222,32 \cdot 0,15 = 33,35 \text{ грн/м}^2$$

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Витрати на збут приймаються у розмірі 3% від виробничої собівартості:

$$B_{зб} = 222,32 \cdot 0,03 = 6,67 \text{ грн/м}^2$$

Повна собівартість 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції:

$$C_{повн} = B_{св} + B_{госп} + B_{зб} = 222,32 + 33,35 + 6,67 = 262,34 \text{ грн/м}^2$$

Зведений кошторис витрат наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 — Зведений кошторис витрат на 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції

Стаття витрат	Сума, грн/м <sup>2</sup>	Питома вага, %
Матеріали (задруковувані матеріали, чорнила, ламінат)	211,58	80,7
Електроенергія	0,31	0,1
Основна заробітна плата	3,79	1,4
Додаткова заробітна плата	0,76	0,3
ЄСВ	1,00	0,4
Амортизація	1,50	0,6
Обслуговування обладнання	0,35	0,1
Загальновиробничі витрати	3,03	1,2
Виробнича собівартість	222,32	84,8
Загальногосподарські витрати	33,35	12,7
Витрати на збут	6,67	2,5
Повна собівартість	262,34	100

У результаті розрахунків визначено повну собівартість 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції дільниці широкоформатного кольорового друку, яка становить 262,34 грн/м<sup>2</sup>. Найбільшу питому вагу у структурі собівартості займають витрати на матеріали — 80,7%, що є характерним для широкоформатного цифрового друку і зумовлено використанням спеціалізованих задруковуваних матеріалів та екосольвентних чорнил. Витрати на оплату праці та соціальні відрахування становлять 2,1%, амортизація та обслуговування обладнання — 0,7%. Отримане значення собівартості є основою для визначення ціни реалізації продукції та розрахунку техніко-економічних показників дільниці у підрозділі 2.3.3

### 2.3.3 Техніко-економічні показники дільниці

Техніко-економічні показники дільниці визначаються на основі результатів розрахунків, виконаних у попередніх підрозділах.

Ціна реалізації 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції визначається з урахуванням рівня рентабельності. Для поліграфічної галузі нормативний рівень рентабельності приймається у розмірі 25% (2.12) [20]:

$$C_{\text{реал}} = C_{\text{повн}} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \quad (2.12)$$

де  $C_{\text{реал}}$  — ціна реалізації 1 м<sup>2</sup> продукції, грн/м<sup>2</sup>

$C_{\text{повн}}$  — повна собівартість 1 м<sup>2</sup> продукції, грн/м<sup>2</sup>

$P$  — рівень рентабельності, %.

$$C_{\text{реал}} = 262,34 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 327,93 \text{ грн/м}^2,$$

Річний дохід від реалізації продукції (2.13) [20]:

$$D_{\text{річ}} = C_{\text{реал}} \cdot Q_{\text{річ}} \quad (2.13)$$

$$D_{\text{річ}} = 327,93 \cdot 2\,400\,000 = 787032000 \text{ грн/рік},$$

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $D_{річ}$  — річний дохід від реалізації, грн/рік;

$C_{реал}$  — ціна реалізації 1 м<sup>2</sup>, грн/м<sup>2</sup>;

$Q_{річ}$  — річна виробнича програма, м<sup>2</sup>/рік.

Річні витрати на виробництво всього обсягу продукції визначаємо за формулою 2.14 [20]:

$$V_{річ} = C_{повн} \cdot Q_{річ} \quad (2.14)$$

де  $V_{річ}$  — річні витрати на виробництво, грн/рік;

$C_{повн}$  — повна собівартість 1 м<sup>2</sup>, грн/м<sup>2</sup>;

$Q_{річ}$  — річна виробнича програма, м<sup>2</sup>/рік.

$$V_{річ} = 262,34 \cdot 2400000 = 629616000 \text{ грн/рік}$$

Річний прибуток від реалізації:

$$P_{річ} = D_{річ} - V_{річ} = 787032000 - 629616000 = 157416000 \text{ грн/рік,}$$

де  $P_{річ}$  — річний прибуток від реалізації, грн/рік;

$D_{річ}$  — річний дохід від реалізації, грн/рік;

$V_{річ}$  — річні витрати на виробництво, грн/рік.

Податок на прибуток підприємства становить 18% від прибутку (2.15) [20]:

$$P_{под} = P_{річ} \cdot 0,18 \quad (2.15)$$

де  $P_{под}$  — сума податку на прибуток, грн/рік;

$P_{річ}$  — річний прибуток від реалізації, грн/рік.

$$P_{под} = 157416000 \cdot 0,18 = 28334880 \text{ грн/рік,}$$

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Чистий прибуток визначаємо за формулою 2.16 [20]:

$$П_{\text{чист}} = П_{\text{річ}} - П_{\text{под}} \quad (2.16)$$

$$П_{\text{чист}} = 157416000 - 28334880 = 129081120 \text{ грн/рік,}$$

де  $П_{\text{чист}}$  — чистий прибуток дільниці, грн/рік;

$П_{\text{річ}}$  — річний прибуток від реалізації, грн/рік;

$П_{\text{под}}$  — сума податку на прибуток, грн/рік.

Рентабельність продукції розраховуємо за формулою 2.17 [20]:

$$R_{\text{прод}} = \frac{П_{\text{річ}}}{В_{\text{річ}}} \cdot 100\% \quad (2.17)$$

де  $R_{\text{прод}}$  — рентабельність продукції, %;

$П_{\text{річ}}$  — річний прибуток від реалізації, грн/рік;

$В_{\text{річ}}$  — річні витрати на виробництво, грн/рік.

$$R_{\text{прод}} = \frac{157416000}{629616000} \cdot 100\% = 25,0\%,$$

Рентабельність виробництва розраховуємо за формулою 2.18 [20]:

$$R_{\text{прод}} = \frac{П_{\text{річ}}}{К_{\text{заг}}} \cdot 100\% \quad (2.18)$$

де  $R_{\text{вир}}$  — рентабельність виробництва, %;

$П_{\text{річ}}$  — річний прибуток від реалізації, грн/рік;

$К_{\text{заг}}$  — загальна сума капітальних витрат, грн.

$$R_{\text{прод}} = \frac{157416000}{22537566} \cdot 100\% = 698,4\%$$

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Розрахунок терміну окупності капітальних витрат (2.19) [20]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{заг}}}{P_{\text{чист}}} \quad (2.19)$$

де  $T_{\text{ок}}$  — термін окупності капітальних витрат, років;

$K_{\text{заг}}$  — загальна сума капітальних витрат, грн;

$P_{\text{чист}}$  — чистий прибуток ділянки, грн/рік.

$$T_{\text{ок}} = \frac{22537566}{129081120} = 0,17 \text{ року} \approx 2 \text{ місяці}$$

Продуктивність праці одного працівника ділянки (2.20):

$$ПП = \frac{Q_{\text{річ}}}{Ч_{\text{заг}}} \quad (2.20)$$

$$ПП = \frac{2400000}{33} = 72727 \text{ м}^2/\text{особу на рік},$$

де ПП — продуктивність праці, м<sup>2</sup>/особу на рік;

$Q_{\text{річ}}$  — річна виробнича програма, м<sup>2</sup>/рік;

$Ч_{\text{заг}}$  — загальна чисельність персоналу ділянки, осіб.

У грошовому виразі:

$$ПП \text{ грош} = \frac{D_{\text{річ}}}{Ч_{\text{заг}}} = \frac{787032000}{33} = 23849455 \text{ грн/особу на рік},$$

де  $D_{\text{річ}}$  — річний дохід від реалізації, грн/рік;

Отже, повна собівартість 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції становить 262,34 грн/м<sup>2</sup>, а ціна реалізації з урахуванням рентабельності 25% — 327,93 грн/м<sup>2</sup>. Річний чистий прибуток ділянки складає 129081120 грн, рентабельність продукції — 25%, рентабельність виробництва — 698,4%. Термін окупності капітальних витрат становить 0,17 року (близько 2 місяців), що свідчить про високу економічну

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ефективність організації дільниці кольорового широкоформатного друку рекламної продукції потужністю 2,4 млн. м<sup>2</sup>/рік.

#### 2.4 Висновок до розділу 2

У підрозділі автоматизації визначено основні об'єкти та параметри автоматизованого контролю на дільниці. Встановлено, що система автоматизації принтера Roland VersaEXPRESS RF-640 охоплює чотири основні контури регулювання: температуру нагріву матеріалу, натяг рулонного матеріалу, подачу та контроль витрати чорнил, а також діагностику якості друкувальних головок. Застосування ICC-профілів та RIP-системи VersaWorks Dual забезпечує стабільне кольоровідтворення з відхиленням  $\Delta E$  не більше 3–5 одиниць відповідно до вимог ISO 12647-2:2013.

У підрозділі охорони праці виявлено та проаналізовано основні шкідливі виробничі фактори дільниці — пари летких органічних сполук (толуол, ксилол, етилацетат, ізопропіловий спирт), виробничий шум, ультрафіолетове випромінювання та статична електрика. Розроблено комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів для їх нейтралізації: комбінована система вентиляції, звукоізоляція обладнання, екранування УФ-джерел, заземлення та іонізація повітря.

В економічній частині розраховано загальну суму капітальних витрат на організацію дільниці, яка становить 22 537 566 грн, з яких 74,9% припадає на вартість основного технологічного обладнання. Повна собівартість 1 м<sup>2</sup> рекламної продукції складає 262,34 грн/м<sup>2</sup>, де найбільшу питому вагу займають витрати на матеріали — 80,7%. Ціна реалізації з урахуванням рентабельності 25% становить 327,93 грн/м<sup>2</sup>. Річний чистий прибуток дільниці складає 129 081 120 грн, рентабельність виробництва — 698,4%, термін окупності капітальних витрат — 0,17 року (близько 2 місяців), що підтверджує високу економічну ефективність та доцільність реалізації проекту.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## ВИСНОВОК

Під час виконання роботи проведено аналіз сучасного стану ринку широкоформатного друку, технологічних особливостей виготовлення рекламної продукції, характеристик задруковуваних матеріалів та вимог до якості готових виробів. На основі проведеного аналізу обґрунтовано вибір технології екосольвентного струменевого друку як найбільш доцільної для виготовлення широкого асортименту рекламної продукції.

У роботі розглянуто основні види матеріалів, що використовуються у широкоформатному друці, зокрема банерні тканини, самоклеїні плівки та просвітні папери. Проаналізовано їх фізико-механічні властивості, особливості взаємодії з друкарськими фарбами, умови експлуатації та зберігання. Визначено, що правильний вибір матеріалів та дотримання технологічних режимів друку забезпечують стабільну якість кольоровідтворення, довговічність готової продукції та ефективність виробничого процесу.

У технологічній частині роботи було розроблено послідовність виготовлення рекламної продукції, починаючи з підготовки цифрових макетів і закінчуючи післядрукарською обробкою та пакуванням готових виробів. Особливу увагу приділено питанням підготовки файлів до друку, налаштуванню RIP-системи, вибору режимів друку та забезпеченню стабільності кольоропередачі. Також розглянуто операції ламінування, різання, встановлення люверсів, підгинання та зварювання країв банерної продукції, що забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики рекламних носіїв.

Для забезпечення необхідної продуктивності виробництва виконано вибір основного технологічного обладнання. Як основне обладнання обрано широкоформатний екосольвентний принтер Roland VersaEXPRESS RF-640, який відповідає вимогам щодо продуктивності, якості друку та сумісності з різними видами рулонних матеріалів. Проаналізовано технічні характеристики обладнання, режими друку та особливості його експлуатації. Визначено, що використання даного

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

обладнання дозволяє забезпечити стабільний випуск рекламної продукції високої якості при оптимальних виробничих витратах.

У процесі виконання роботи проведено розрахунок виробничої програми дільниці потужністю 2,4 млн м<sup>2</sup> продукції на рік. Визначено річний, добовий та змінний обсяги виробництва, а також розраховано номінальний і дійсний фонд робочого часу обладнання. На основі продуктивності обраного принтера виконано розрахунок необхідної кількості машин та коефіцієнта їх завантаження. Отримані результати свідчать про раціональне використання обладнання та відповідність виробничих параметрів встановленим вимогам.

Також у роботі виконано розрахунок річної потреби у задруковуваних матеріалах, фарбах та витратних засобах. Визначено потребу у банерній тканині, самоклеїній плівці, просвітному папері, чорнилах та ламінаті з урахуванням технологічних відходів. Проведені розрахунки дозволили оцінити матеріаломісткість виробництва та сформулювати основу для подальших економічних розрахунків.

В економічній частині роботи визначено капітальні витрати на створення дільниці, розраховано собівартість продукції, фонд оплати праці персоналу, річні витрати на виробництво та очікувані фінансові результати діяльності підприємства. Розрахунки показали, що запроєктована дільниця є економічно ефективною, характеризується високим рівнем рентабельності та коротким терміном окупності капітальних вкладень. Отримані техніко-економічні показники підтверджують доцільність впровадження розробленої технології у виробництво рекламної продукції.

У розділі охорони праці та екологічної безпеки проаналізовано основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, характерні для широкоформатного друку. Розглянуто вплив летких органічних сполук, озону та інших речовин на організм людини, а також наведено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Integrator - центр креативного друку. Кольоровий друк як популярний винахід.  
URL:<https://integrator.lviv.ua/kolorovuj-druk/> (дата звернення 17.05.2026)
2. ТакиБук - Кольоровий друк: інтернет джерело.  
URL:<https://takibook.od.ua/blog/kolorovij-druk> (дата звернення 17.05.2026)
3. Ольховик О. І. Розробка технології виготовлення каталогу чоловічого одягу : кваліфікаційна робота бакалавра / Харків. національний університет радіоелектроніки. Харків, 2024. 21–22 с.
4. Занько Н. В., Писанчин Н. С., Голубник Т. С., Маїк Л. Я., Ковальський Б. М. Колориметричні методи контролю якості кольоровідтворення в поліграфії // Українська академія друкарства. Львів, 2021. 38–40 с.
5. Гавриш Є. В. Оцінка якості широкоформатного друку : атестаційна робота магістра / Харків. національний університет радіоелектроніки. Харків, 2020. 61–62 с.
6. ISO 2846-1:2006. Graphic technology — Colour and transparency of printing ink sets for four-colour printing. Part 1: Sheet-fed and heat-set web offset lithographic printing. – Geneva : ISO, 2006. – 12 p.
7. Жидецький, Ю. Ц. Поліграфічні матеріали [Текст] / Ю. Ц. Жидецький, О. В. Лазаренко, Н. Д. Лятошинська ; під заг. ред. Е. Т. Лазаренка. – Львів : Афіша, 2001. 144 с.
8. Дев'ятова Є. Д. Розробка оригінал-макету брошури для Благодійного фонду «Голоси дітей» : кваліфікаційна робота бакалавра / Харків. національний університет радіоелектроніки. Харків, 2024. 25 с.
9. Вовк О. В. Організація виробничого процесу на поліграфічному підприємстві «Формат-Харків» // Харків. національний університет радіоелектроніки. Харків, 2022. 13 с.
10. Грабовський Є. М., Оленич М. М. Технологічні процеси видавничо-поліграфічної справи : навч. посіб. для студентів напряму підготовки 6.051501

										Арк.
										72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4ВП9.026.186.001.ПЗ

- «Видавничо-поліграфічна справа». Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 60–62 с.
11. Флора-Техно - Короткий опис технологій кольорового друку: інтернет джерело. URL:[https://copy.com.ua/info/printer/tech\\_color.html](https://copy.com.ua/info/printer/tech_color.html) (дата звернення 20.05.2026)
  12. Сverdlikovska O.S., Burmistr M.V. Конспект лекцій з дисципліни “Настільні видавничі системи”. Загальні відомості про видавничу справу. Технологія видавничого процесу підготовки поліграфічної продукції для студентів II–III курсу спеціальності 6.051501 “Матеріали видавничо-поліграфічних виробництв” / Уклад. О.С. Сverdlikovska, М.В. Бурмістр. — Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2012. — 28–29 с.
  13. Roland DG. VersaEXPRESS RF-640: функціональні можливості широкоформатного струменевого принтера [Електронний ресурс] / Roland DG Corporation. – Режим доступу: <https://www.rolanddg.com> (дата звернення 21.05.2026)
  14. Методичні вказівки до виконання курсової роботи “Організація і планування виробничої ділянки” з дисципліни “Організація і планування виробництва” для студентів спеціальності “Менеджмент організацій” / Уклад. В. В. Кавецький, В. О. Козловський. — 3-тє вид., перероб. і доп. — Вінниця: ВНТУ, 2009. — 8, 9, 18 с.
  15. Деркач Ю. О. Розробка технології виготовлення книжкового видання : кваліфікаційна робота бакалавра / Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра медіасистем та технологій. — Харків, 2023. — 46–49 с.
  16. Чеботарьова І. Б. Особливості широкоформатного друку на тканині, оцінка якості друку та кольоровідтворення на різних матеріалах / І. Б. Чеботарьова, О. В. Григор'єв, В. П. Манаков, Л. О. Яценко // РМВ. — 2025. — Т. 2. — 133-136 с. — DOI: <https://doi.org/10.30837/PMW.2025.T2.124>.
  17. Ніколаєва А. С. Екологізація поліграфічного виробництва : навчальний посібник / А. С. Ніколаєва. — Київ : Державний навчальний заклад «Центр

						4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			73

професійної освіти інформаційних технологій, поліграфії та дизайну м. Києва», 2017. 21-22, 48-49, 54, 87, 100 с.

18.Литвин М. А. Дільниця термічної обробки на прикладі шестерні коробки передач металорізального верстата з розробкою технологічних режимів : дипломний проєкт бакалавра / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кафедра фізичного матеріалознавства та термічної обробки. — Київ, 2022. — 17–18 с.

19.Постельняк К. В. Рекламно-подарункове пакування для квітів з розробкою технології виготовлення : дипломний проєкт бакалавра / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кафедра технології поліграфічного виробництва. — Київ, 2023. — 73–74 с.

20.Тригубчук Д. О. Гальванічні покриття в авіабудуванні. Розробка технології нанесення кадмієвого покриття на сталеві деталі : дипломний проєкт бакалавра / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кафедра технології електрохімічних виробництв. — Київ, 2020. — 67–69 с.

					4ВП9.026.186.001.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74