

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем
(повна назва)

Кафедра Медіасистем та технологій
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка технології підготовки книжкового видання малого тиражу
(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,

групи ВПВПС-22-2


Аліса КРЮЧКОВСЬКА
(власне ім'я, прізвище)

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

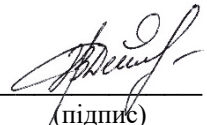
Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма

Видавничо-поліграфічна справа
(повна назва освітньої програми)

Керівник  проф. Ірина ТАБАКОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ


(підпис)

Жанна ДЕЙНЕКО
(власне ім'я, прізвище)

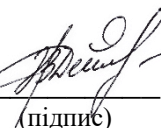
2026 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем
Кафедра Медіасистем та технологій
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Видавничо-поліграфічна справа
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ


(підпис)

« 8 » червня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Крючковській Алісі Олексіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології підготовки книжкового видання малого тиражу

затверджена наказом по університету від 1 червня 2026 р. № 454 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 17 липня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи

Навчальне видання; формат після обрізки 140×210 мм (папір SRA3, частка 1/4); 100 прим., 32 с.; м'яка цілісна обкладинка типу 1 (4+0); внутрішній книжковий блок (1+1); одностороннє глянцеве ламінування обкладинки; скріплення металевими скобами внакидку

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Вступ; Аналіз технічного завдання; Аналітичний огляд літератури за темою; Розробка технічної характеристики видання; Аналіз аналогів; Вибір та обґрунтування способу друку та друкарського обладнання; Розробка схеми технологічного процесу виготовлення видання; Вибір та обґрунтування післядрукарського; Вибір та обґрунтування необхідного програмного забезпечення; Розробка оригінал-макету видання; Автоматизація етапу спуску смуг у програмному середовищі kodak preps; Вибір та розрахунок кількості необхідних матеріалів; Маршрутно-технологічна карта видання; Економічна частина; Висновки.

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

Вступ, Аналіз технічного завдання, Технічна характеристика видання, Аналіз аналогів, Вибір та обґрунтування способу друку та друкарського обладнання, Технологічна схема; Вибір та обґрунтування післядрукарського обладнання, Вибір необхідного ПЗ, Оригінал-макет видання, Спуску смуг у kodak preps, Вибір та розрахунок кількості необхідних матеріалів, Маршрутно-технологічна карта видання, Економічна частина, Висновки.

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

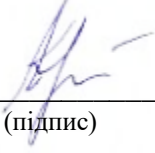
Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Табакова І.С.		11.07.2026
Економічна частина	доц. Потій О.О.		26.06.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технічного завдання	09.06.2026	виконано
2	Аналітичний огляд літератури за темою	11.06.2026	виконано
3	Розробка технічної характеристики видання	12.06.2026	виконано
4	Аналіз аналогів	13.06.2026	виконано
5	Вибір та обґрунтування способу друку та друкарського обладнання	14.06.2026	виконано
6	Розробка схеми технологічного процесу виготовлення видання	15.06.2026	виконано
7	Вибір та обґрунтування необхідного ПЗ	17.06.2026	виконано
8	Розробка оригінал-макету видання	18.06.2026	виконано
9	Вибір та розрахунок кількості необхідних матеріалів	25.06.2026	виконано
10	Маршрутно-технологічна карта видання	26.06.2026	виконано
11	Економічна частина	28.06.2026	виконано
12	Оформлення пояснювальної записки	02.07.2026	виконано
13	Оформлення графічної частини	09.07.2026	виконано

Дата видачі завдання 8 червня 2026 р.

Здобувач


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

проф. Ірина ТАБАКОВА

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 72 с., 15 табл., 5 рис., 1 дод., 22 джерела.

ЦИФРОВА ЕЛЕКТРОФОТОГРАФІЯ, СПУСК СМУГ, ЗСУВ СМУГ (CREEP EFFECT), ОБКЛАДИНКА ТИПУ 1, ДРОТОШВЕЙНЕ СКРІПЛЕННЯ, МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ТОЧКА БЕЗЗБИТКОВОСТІ.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технології виготовлення малотиражного книжкового видання, а також обґрунтування виробничих рішень, що забезпечують високу якість продукту за мінімальної собівартості накладу.

У ході дослідження оптимізовано специфіку випуску лімітованих видань, проаналізовано сучасні цифрові поліграфічні системи та вивчено вітчизняний досвід оперативної видавничої діяльності. У роботі аргументовано вибір цифрового способу репродукування, підібрано основні та допоміжні матеріали, а також спеціалізоване програмне забезпечення для верстки і автоматизованого спуску смуг. На основі цього сформовано наскрізний поопераційний технологічний маршрут, визначено параметри вихідного і покрокового контролю якості та розраховано техніко-економічну доцільність впровадженого процесу.

Проектована книга розрахована на аудиторію, що потребує якісної навчально-пізнавальної літератури технічного профілю. Оскільки випуск здійснюється малим тиражем (100 прим.), ключовий акцент зміщено на гнучкість додрукарських процесів, виключення матеріаломістких проміжних стадій та максимальну автоматизацію фінішної обробки блока на скобу.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 72 p., 15 tabl., 5 fig., 1 app., 22 sources.

DIGITAL ELECTROPHOTOGRAPHY, PAGE IMPOSITION, CREEP EFFECT, TYPE 1 COVER, SADDLE STITCHING, ROUTING AND TECHNOLOGY CHART, BREAK-EVEN POINT.

The objective of this qualification thesis is to develop a technological process for the production of a short-run book edition, as well as to substantiate manufacturing decisions that ensure high product quality at a minimal print run cost.

In the course of the research, the specifics of limited-edition publishing were optimized, modern digital printing systems were analyzed, and domestic experience in on-demand publishing activities was thoroughly studied. The thesis provides a well-argued choice of the digital reproduction method, justifies the selection of primary and secondary materials, and defines specialized software for layout design and automated page imposition. Based on these findings, an end-to-end operation-by-operation technological route was formed, parameters for incoming and step-by-step quality control were established, and the technical and economic feasibility of the implemented process was calculated.

The projected book is designed for an audience requiring high-quality educational and informational literature of a technical profile. Since the publication is carried out in a short run (100 copies), the key emphasis is shifted towards the flexibility of prepress processes, the elimination of material-intensive intermediate stages, and the maximum automation of final postpress processing for saddle-stitched blocks.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	11
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ	13
2.1 Сучасний стан та тенденції розвитку малотиражного книговидавання ...	13
2.2 Особливості додрукарської підготовки текстово-ілюстраційних видань...	14
2.3 Технологічні аспекти електронного спуску смуг та фінішної обробки книжкових блоків малої об'ємності	15
3 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДАННЯ	17
4 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ	19
4.1 Видання «Інженерна графіка»	19
4.2 Видання «Інженерна графіка. Геометричне та проекційне креслення»	20
4.3 Видання «Інженерна та комп'ютерна графіка»	21
5 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ДРУКУ ТА ДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ	22
5.1 Вибір та обґрунтування способу друку	22
5.2 Вибір друкарського обладнання	23
5.3 Технологічне обґрунтування режимів друку елементів видання	25
6 РОЗРОБКА СХЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИДАННЯ	28
7 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПІСЛЯДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ	30
7.1 Фальцювального обладнання.....	30
7.2 Обладнання для ламінування обкладинки	31
7.3 Вибір різального обладнання.....	32
7.4 Обладнання для комплектування та скріплення книжкових блоків.....	34
8 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	36
9 РОЗРОБКА ОРИГІНАЛ-МАКЕТУ ВИДАННЯ	40

9.1 Верстка блока видання	40
9.1.1 Сторінки-макети в середовищі Adobe InDesign.....	41
9.1.2 Верстка вихідних даних	42
9.1.3 Автоматичний зміст	44
9.2 Верстка обкладинки видання.....	45
10 СПУСК ПОЛОС У KODAK PREPS	46
11 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ НЕОБХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ	49
12 МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИДАННЯ	53
13 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
13.1 Характеристика продукції.....	55
13.2 Виробничий план.....	57
13.4 Фінансовий план.....	63
ВИСНОВКИ	68
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	71
ДОДАТОК А Макети сторінок видання	73

ВСТУП

Сьогодні видавничо-поліграфічна галузь дуже сильно змінюється, і головна причина цього – перехід на цифрові технології. Друкарні намагаються максимально прискорити та спростити всі процеси, тому що клієнтам зараз потрібна продукція «на сьогодні». Хоча електронні підручники, планшети та смартфони є майже у кожного, звичайні паперові книги все одно нікуди не зникають. Вони залишаються головним джерелом інформації в університетах, школах та наукових центрах, адже читати і вчити матеріал з паперу багатьом досі зручніше.

При цьому сильно зріс попит на малі тиражі, тобто на індивідуальну або вузькоспеціалізовану літературу. Сюди можна віднести методички для конкретних спеціальностей, невеликі навчальні посібники чи наукові монографії, які потрібні обмеженому колу людей. Щоб випускати такі книги швидко і не в збиток друкарні, потрібно правильно організувати додрукарську підготовку та використовувати сучасні цифрові друкарські машини.

Розробка всього технологічного процесу для маленьких тиражів – це цікаве і складне завдання. Тут головна проблема полягає в грошах. Якщо друкувати класичним офсетним способом, то підготовка до друку коштує дуже дорого. Там потрібно виготовляти спеціальні металеві пластини (форми), налаштовувати велику машину, витратити багато паперу на приладку. Якщо тираж усього 100 примірників, то вартість цих форм просто «вб'є» весь бюджет, і одна книжка вийде золотою.

Цифровий друк працює зовсім інакше – файл з комп'ютера відразу відправляється на друк, як на великому офісному принтері. Це дозволяє взагалі забути про друкарські форми, не витрачати купу часу на запуск машини та отримувати якісний відбиток з першого ж аркуша. Але щоб усе пройшло гладко, необхідно дуже уважно підготувати сам файл: правильно

зробити верстку, грамотно розставити сторінки (зробити спуск смуг) і підібрати обладнання для фінішної обробки.

Оскільки книга невелика – усього 32 сторінки – немає сенсу вигадувати складні варіанти з клеєм чи твердою палітуркою. Для малих тиражів і тонких книг ідеально підходить обкладинка типу 1, коли блок просто скріплюється металевими скобами. Це значно спрощує роботу друкарні: папір менше ріжеться, не треба чекати, поки висохне клей, а сама книжка легко розгортається і довго служить. Головне при цьому – правильно налаштувати автоматичну перевірку файлів (PDF-потоків), щоб під час друку та обрізки не вилізло жодних помилок.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технології виготовлення малотиражного книжкового видання, а також обґрунтування виробничих рішень, що забезпечують високу якість продукту за мінімальної собівартості накладу.

Для досягнення визначеної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- аналіз вихідних даних: дослідження технічного завдання, визначення цільового призначення та функціональних вимог до проєктованого видання;
- аналітичний огляд технологій: вивчення сучасного стану цифрового друкарського устаткування та післядрукарських засобів обробки малотиражної продукції;
- дослідження аналогів: проведення порівняльного аналізу існуючих видань подібної тематики для виявлення оптимальних конструктивних і дизайнерських рішень;
- формування технічного профілю: систематизація геометричних та матеріально-конструктивних параметрів книги;
- проєктування технологічної схеми: розробка раціонального поопераційного маршруту проходження замовлення;
- обґрунтування матеріально-технічної бази: вибір оптимального цифрового друкарського обладнання, фінішних ліній, а також основних і допоміжних матеріалів;

- програмне забезпечення: підбір та інтеграція спеціалізованого софту для графічного моделювання, верстки та автоматизованого електронного спуску смуг;
- технологічні розрахунки: розрахунок потреби в папері, фарбах та визначення геометричних параметрів розкладки смуг з урахуванням компенсації сповзання паперу;
- маршрутизація процесів: складання маршрутно-технологічної карти із зазначенням критичних точок та параметрів контролю якості на кожній стадії;
- моделювання оригінал-макета: створення композиційної сітки, верстка текстово-ілюстраційного масиву та генерація валидного друкарського PDF-файлу;
- економічний аналіз: розрахунок собівартості 100 примірників тиражу, визначення точки беззбитковості та доведення фінансової доцільності проекту.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Будь-яке проектування технологічного процесу у поліграфії завжди починається з детального вивчення технічного завдання (ТЗ). Це головний документ, де прописано, якою має бути майбутня книга. Саме на основі ТЗ інженер-технолог вирішує, на якому обладнанні друкувати, які матеріали купувати та як організувати всі етапи роботи – від підготовки файлу на комп'ютері до пакування готового накладу. Якщо неправильно проаналізувати вихідні дані на початку, можна вибрати не те обладнання, що призведе до браку або величезних фінансових збитків.

У кваліфікаційній роботі проектується технологія для малотиражного книжкового видання навчального характеру. Головна особливість таких книг – це невеликий наклад та чіткі вимоги до зручності використання, адже це посібник чи методичні матеріали, які студенти будуть постійно гортати під час навчання. Під час аналізу вихідних даних враховано формат, обсяг сторінок, тип паперу, фарбовість та спосіб скріплення блока. Усі ці параметри взаємопов'язані і напряду впливають на те, яким маршрутом замовлення буде йти по цехах друкарні.

Найважливішим фактором, який повністю визначає технологію, є наклад. У проєкті він становить усього 100 примірників. Для такого мікронакладу класичний офсетний друк використовувати взагалі не можна – він буде збитковим, бо виготовлення друкарських форм для кожних 16 сторінок коштуватиме дорожче, ніж увесь папір для цієї книги. Тому єдиним правильним і логічним вибором є цифровий спосіб друку. Цифрова технологія дозволяє друкувати книжки безпосередньо з PDF-файлу без жодних проміжних процесів. Це гарантує швидкість виконання замовлення, високу чіткість дрібного тексту чи схем і низьку ціну за один примірник при малих накладах.

Наступний крок аналізу – це вибір формату. Книга проектується у форматі паперу SRA3 (320 × 450 мм) з часткою аркуша 1/4. Після того, як

надруковані аркуші будуть обрізані з трьох сторін, ми отримаємо стандартний книжковий розмір 140×210 мм. Цей формат є дуже популярним для навчальної та пізнавальної літератури: книга виходить компактною, її зручно носити з собою та тримати в руках. Крім того, такий розмір дозволяє максимально економно розкласти сторінки на папері цифрового формату під час електронного спуску смуг у програмному середовищі Kodak Preps, зводячи технологічні обрізки до мінімуму.

Обсяг видання становить 32 сторінки, а внутрішнє наповнення є текстово-ілюстраційним. Для верстки обрано одношпальтовий варіант оформлення з форматом шпальти набору 113 × 171 мм (що дорівнює $6 \frac{1}{4} \times 9 \frac{1}{2}$ квадрата). Це дозволяє зробити оптимальні поля (11 мм корінцеве, 16 мм верхнє та зовнішнє, 23 мм нижнє), які забезпечують легке читання технічного тексту. Оскільки книга має невеликий обсяг (32 с.), електронний спуск смуг орієнтований на розкладку, де сторінки збираються в один комплект.

Щодо кольоровості, то для внутрішнього блока обрано економний чорно-білий друк (фарбовість 1+1). Це повністю задовольняє потреби навчального видання, де головне – чіткість тексту, графіків та схем. Обкладинка ж робиться яскравою та повноколірною (4+0) з одного боку, щоб привернути увагу читача та надати книзі сучасного вигляду. Для захисту від бруду та механічних пошкоджень на обкладинку додатково наноситься захисна плівка (ламінація).

Особливу увагу в проекті приділено конструкції та скріпленню. Оскільки в книзі всього 32 сторінки, прийнято рішення відмовитися від клейового скріплення, яке на таких тонких блоках часто є ненадійним. Замість цього обрано обкладинку типу 1 і скріплення блока металевими скобами внакидку. Сторінки просто вкладаються одна в одну (вкладкою) і пробиваються дротом по лінії згину. Для навчальної книги це ідеальний варіант: вона має 100% міцність (сторінки ніколи не випадуть) і чудово розкривається на 180 градусів, що дуже зручно під час занять.

2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

2.1 Сучасний стан та тенденції розвитку малотиражного книговидавання

Сьогодні український та світовий ринки друкованої продукції переживають серйозну трансформацію. Якщо раніше видавництва орієнтувалися виключно на масове виробництво і великі офсетні наклади від кількох тисяч примірників, то зараз ситуація кардинально змінилася. З'явився чіткий тренд на індивідуалізацію контенту та різке зменшення тиражності. Великі накладки стають ризикованими: книжки роками лежать на складах, забирають кошти на зберігання, а інформація в них, особливо якщо це технічна чи навчальна література, швидко застаріває [1].

Саме тому величезну популярність здобула концепція «друк на вимогу». Вона передбачає випуск книги саме тоді, коли на неї є безпосередній замовник, і рівно в тій кількості, яка потрібна зараз – навіть якщо це всього 100 примірників. Це відкрило нові можливості для університетських видавництв, авторів наукових робіт та вузькопрофільних спеціалістів. Наприклад, випуск методичних вказівок в ХНУРЕ не потребує тисячних тиражів; достатньо надрукувати обмежену партію для поточної групи студентів.

Окрім економічної гнучкості, розвиток малотиражного сектору підштовхнули технологічні досягнення у сфері цифрового друку. Сучасні цифрові машини практично зрівнялися за якістю відтворення з класичним офсетом, але при цьому вони не потребують тривалого і дорогого етапу додрукарської підготовки (виготовлення форм, приладка). Завдяки цьому з'явилася можливість випускати малооб'ємні видання (до 100 сторінок) з мінімальною собівартістю одиниці продукції.

Таким чином, малотиражне книговидавання сьогодні є не просто вимушеним кроком задля економії, а самостійним, високотехнологічним напрямком поліграфії. Воно дозволяє швидко реагувати на запити суспільства, раціонально

використовувати ресурси підприємства та забезпечувати споживачів актуальною літературою без зайвих витрат на логістику та складування.

2.2 Особливості додрукарської підготовки текстово-ілюстраційних видань

Етап додрукарської підготовки (Prepress) є критично важливим у цифровому виробництві малотиражних книг. Оскільки технологія цифрового друку передбачає пряме виведення файлу на задруковуваний матеріал без проміжних носіїв, будь-яка помилка, допущена на етапі верстки чи колірного кодування, миттєво з'явиться на всьому тиражі [2]. Для текстово-ілюстраційного видання технічного та навчального спрямування головне завдання препресу – гарантувати чіткість тексту, правильне відображення схем і повну сумісність файлу з растровим процесором (RIP) друкарської машини.

Першочерговим аспектом підготовки є правильне керування кольірними просторами. Оскільки внутрішній блок книги є чорно-білим (фарбовість 1+1), усі текстові елементи, таблиці та графіки мають бути переведені у кольірну модель Grayscale (градації сірого). Якщо випадково залишити елементи у просторі RGB чи звичайному складовому чорному СМУК, цифрова машина сприйме це як кольоровий друк. Це призведе до перевитрати кольорового тонера, появи кольорових ореолів навколо дрібних літер та суттєвого подорожчання вартості клік-контракту. Навпаки, обкладинка видання (фарбовість 4+0) розробляється виключно в кольірній моделі СМУК з урахуванням кольірних профілів паперу, що використовується для цифрового друку.

Друга особливість стосується підготовки графічного контенту, який займає 30% площі нашого видання. Усі растрові зображення (скріншоти програм, фотографії) повинні мати роздільну здатність рівно 300 dpi у масштабі 1:1. Менша роздільна здатність зробить картинки «піксельними», а надто велика – перевантажить файл і може викликати збій при обробці RIP. Векторні графіки, схеми та діаграми обов'язково переводяться в криві

(Outlines), щоб уникнути проблеми «злітання» шрифтів, коли друкарська система не знаходить потрібного накреслення літер.

Кінцевим результатом додрукарського етапу є генерація файлу у форматі PDF. Для цифрової поліграфії стандартом де-факто є використання закритих специфікацій PDF/X-1a або PDF/X-4. Ці стандарти автоматично блокують наявність у файлі «небезпечних» елементів: прозоростей, неінкорпорованих шрифтів чи невідповідних кольірних моделей. Перевірка та оптимізація макета за допомогою інструментів Preflight в Adobe Acrobat дозволяє отримати валідний файл, що гарантує передбачуваний результат друку без технологічних затримок.

2.3 Технологічні аспекти електронного спуску смуг та фінішної обробки книжкових блоків малої об'ємності

Завершальним етапом розробки технології є проектування процесів електронного спуску смуг (imposition) та фінішної обробки (postpress). Оскільки для нашого видання обрано обкладинку типу 1 із кріпленням на дві металеві скоби внакидку, цей етап має свої специфічні інженерні нюанси, які необхідно враховувати ще на комп'ютері перед відправкою файлу на друк.

Електронний спуск смуг – це процес розкладки окремих сторінок книги на великому друкарському аркуші (формату SRA3) у такому порядку, щоб після згинання (фальцювання) всі сторінки опинилися на своїх місцях і йшли строго по порядку від 1 до 32. На відміну від клейового скріплення, де блок збирається з окремих карток, при шитті на скобу всі 8 аркушів паперу (що дають 32 сторінки) вкладаються один в один («вкладкою») і згинаються разом пополам.

Через таку конструкцію виникає відомий фізичний ефект, який у поліграфії називають «повзанням» або зсувом смуг (creep) [3]. Його суть проста: чим ближче аркуш розташований до центру книги, тим сильніше він виштовхується вперед (назовні) відносно зовнішніх аркушів. Якщо надрукувати макет без змін, то після згинання та фінальної обрізки книги з

трьох боків, на внутрішніх сторінках текст і номери сторінок виявляться занадто близько до краю, а частина графіки взагалі може зрізатися ножом.

Щоб цього не сталося, під час додрукарської підготовки у спеціалізованих програмах (наприклад, Kodak Preps або Quite Imposing) обов'язково вираховується та закладається компенсація сповзання смуг. Програма автоматично зсуває внутрішні сторінки на соті пастки міліметра ближче до корінця (шва). Тоді після обрізки книжки всі поля по всьому тиражу виглядають абсолютно однаковими та симетричними.

Сама фінішна обробка для нашого тиражу в 100 примірників є максимально простою та швидкою завдяки обраній конструкції. Вона включає такі покрокові операції:

- ламінація обкладинки: нанесення тонкої захисної плівки (матової або глянцевої) на лицьовий бік обкладинки, щоб тонер не лущився на згині, а сама книга мала презентабельний вигляд;

- фальцювання та збирання блока: задруковані аркуші складаються навпіл і вкладаються один в один разом із обкладинкою. На малих тиражах це часто робиться автоматично на спеціальних фінішних модулях (буклетмейкерах), підключених прямо до цифрової машини;

- шиття дротом: блок пробивається двома металевими скобами по лінії корінця;

- обрізка з трьох боків: фінальне торцювання книги на гільйотинному різачку для усунення «сходинок» паперу та отримання чистого обрізного формату 140×210 мм.

Таким чином, вибір обкладинки типу 1 дозволяє створити міцну, зносостійку конструкцію навчального видання з мінімальними витратами часу та матеріалів, що є ідеальним для оперативної поліграфії.

3 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДАННЯ

Конструктивно-технологічні параметри книжкового видання є фундаментальною основою, яка закладає базис для проектування всього виробничого циклу. Вони безпосередньо визначають специфіку додрукарської підготовки, критерії вибору профільного друкарського устаткування, розрахунок необхідних витратних матеріалів, а також оптимальну схему фінішної обробки. Формування технічного профілю видання здійснюється з урахуванням його функціонального (навчального) призначення, архітекtonіки внутрішнього блока та планованих експлуатаційних навантажень.

У межах кваліфікаційної роботи досліджується технологія виготовлення текстово-ілюстраційного навчального видання, що випускається лімітованим (малим) накладом. Зважаючи на специфіку тиражності (100 прим.) та невеликий обсяг внутрішнього блока, технологічна схема орієнтована на застосування оперативних цифрових методів репродукування та економічно виправдану післядрукарську конструкцію – обкладинку типу 1 із фіксацією блока металевими скобами внакидку. Узагальнені вихідні дані та комплексні технічні показники проектного видання систематизовано й представлено нижче в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика видання

Показник	Характеристика
Вид і призначення видання	
Цільове призначення	Навчальне видання
Матеріальна конструкція	Книжкове видання
Знакова природа інформації	Текстово-ілюстраційне
Періодичність	Неперіодичне
Формат видання	
Формат паперу та частка аркуша	320×450/4 (SRA3)
Формат до обрізки, мм	146×216
Формат після обрізки, мм	140×210

Продовження таблиці 3.1

Показник	Характеристика
Обсяг видання	
У паперових аркушах	4
У фізичних друкарських аркушах	8
В умовних друкарських аркушах	2,14
У сторінках	32
У зошитах	1
Тираж, прим.	100
Поліграфічне оформлення	
Фарбовість блока	1+1
Фарбовість обкладинки	4+0
Площа аркуша, зайнята ілюстраціями, %	30
Характер ілюстрацій	Растрові та векторні
Варіант оформлення шпальт набору	Одношпальтовий
Формат шпальти набору, кв.	6 1/4 × 9 1/2
Розміри полів, мм (корінець, бік, верх, низ)	14, 16, 16, 23
Гарнітура	Антиквенна
Кегль та інтерліньяж шрифту, пт	10/12
Схема електронного спуску смуг	1/4
Конструкція видання	
Спосіб комплектування блока	Вкладкою
Додаткові елементи	Відсутні
Форзац	Відсутній
Спосіб скріплення	Шиття дротом унакидку (на дві скоби)
Тип і конструкція обкладинки	Обкладинка типу 1
Оформлення обкладинки	Ламінація, 4+0

Аналіз технічних характеристик показує, що видання належить до категорії малотиражної продукції. За накладу 100 прим. використання традиційного офсетного друку є економічно збитковим через витрати на виготовлення форм та приладку. Тому для репродукування блока й обкладинки обґрунтовано обрано технологію цифрового друку, яка забезпечує мінімальну собівартість при мікронакладах. Обрана частка аркуша дозволяє раціонально розкроїти матеріал із мінімальними технологічними відходами. Зважаючи на обсяг у 32 сторінки, застосування обкладинки типу 1 із шиттям металевими скобами внакидку є найбільш виправданим.

4 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ

У даному розділі виконано аналіз трьох реальних українських навчальних видань, які за тематикою, структурою та техніко-технологічними параметрами є близькими до проєктованого посібника «Інженерна та комп'ютерна графіка: навчальний посібник». Аналіз здійснюється з позиції технолога-поліграфіста та верстальника, з урахуванням особливостей додрукарської підготовки, структури макета, якості графічного матеріалу та конструктивного виконання.

4.1 Видання «Інженерна графіка»

В якості першого аналогу розглянуто навчальне видання «Інженерна графіка» (Ванін В. В. та ін.), що широко використовується у закладах вищої освіти технічного профілю. Видання має класичну побудову навчального посібника і орієнтоване на систематичне вивчення базових положень інженерної графіки [4].

З точки зору верстки сторінка побудована за принципом щільної модульної сітки. Текстові блоки насичені, з мінімальними повітряними інтервалами, що характерно для видань старшого покоління навчальної літератури. Ілюстрації представлені у вигляді технічних креслень та схем, інтегрованих безпосередньо в текстовий потік. Виділено наступні певні переваги:

- чітка та логічно вибудована структура навчального матеріалу;
- велика кількість інженерних креслень і схем;
- раціональне використання площі сторінки;
- технологічність у масовому друці (простота верстки та відтворення).

Недоліки видання:

- перевантаженість сторінок текстом;
- недостатній рівень візуальної «легкості» сприйняття;

- застарілий підхід до композиції сторінки;
- обмежена варіативність подачі графічного матеріалу.

4.2 Видання «Інженерна графіка. Геометричне та проекційне креслення»

Другим аналогом обрано навчальний посібник («Інженерна графіка. Геометричне та проекційне креслення» (Попудняк, Щербак)), орієнтований на самостійне опрацювання дисципліни студентами. Видання має більш сучасний підхід до структурування матеріалу та візуального оформлення сторінок [5].

Поліграфічно видання виконано у форматі 140×210 мм, що є типовим для сучасної навчальної літератури. Обсяг середній, що забезпечує баланс між повнотою викладу та зручністю користування. Внутрішній блок переважно одноколірний, обкладинка – повноколірна з елементами графічного дизайну. Скріплення виконано клейовим безшвейним способом, що є стандартом для навчальних видань такого типу. Верстка характеризується більш «повітряною» структурою сторінки. Текстові блоки розділені інтервалами, активно використовуються виділення, рамки та структурні елементи. Ілюстрації інтегровані більш акуратно, з кращим балансом між текстом і графікою, що позитивно впливає на читабельність.

Після аналізу виділено певні переваги:

- покращена читабельність сторінок;
- більш сучасна структура подачі матеріалу;
- логічне групування навчальних блоків;
- зручність для самостійного навчання.

Недоліки видання:

- неоднорідність стилю деяких ілюстрацій;
- місцями перевантаження графічними елементами;
- недостатньо уніфікована система оформлення прикладів.

4.3 Видання «Інженерна та комп'ютерна графіка»

Третім аналогом є навчальний посібник («Інженерна та комп'ютерна графіка» (Кепко О. І. та ін.)), який поєднує традиційні основи інженерної графіки з елементами комп'ютерного моделювання та цифрової графіки. Це робить видання більш наближеним до сучасних вимог підготовки фахівців технічних спеціальностей [6]. З Верстка має комбінований характер: текстові блоки чергуються з графічними вставками, схемами та покроковими прикладами виконання завдань. Це підвищує навчальну цінність видання, але водночас ускладнює додрукарську підготовку через різноманітність графічного матеріалу. Після аналізу виділено певні переваги:

- поєднання класичної та комп'ютерної графіки;
- наявність покрокових навчальних прикладів;
- висока практична спрямованість;
- сучасніший підхід до структури навчального матеріалу.

Недоліки видання:

- нерівномірне завантаження сторінок інформацією;
- різна якість та стиль ілюстрацій;
- підвищена складність верстки та підготовки макета до друку.

Проведений аналіз показує, що сучасні навчальні видання з інженерної графіки розвиваються у напрямі підвищення візуальної насиченості та структурованості подачі матеріалу. Найбільш характерними є використання змішаного текстово-графічного наповнення, стандартних форматів та клейового скріплення, що забезпечує технологічність виробництва. Водночас у більшості розглянутих видань спостерігається або перевантаження сторінок текстом, або нерівномірність графічного оформлення, що створює потенціал для вдосконалення дизайну та оптимізації верстки у проєктованому виданні.

5 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ДРУКУ ТА ДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Вибір та обґрунтування способу друку

При проектуванні технологічного процесу для лімітованого накладу в 100 примірників ключовим завданням є вибір способу друку. Головний критерій тут – знайти баланс між якістю зображення та фінансовими витратами. Традиційно в поліграфії конкурують три технології: офсетний, трафаретний (різографія) та цифровий електрофотографічний друк.

Класичний офсетний друк вважається еталоном якості та має мінімальну собівартість відбитка, але виключно при великих тиражах (від 1000–3000 штук) [7]. Технологічний ланцюжок офсету включає обов'язкове виготовлення металевих фотоформ (етап StP) для кожної фарби та тривалу приладку друкарської машини, під час якої на технічний брак витрачаються десятки аркушів паперу. Якщо спробувати надрукувати 100 примірників нашої 32-сторінкової книги офсетом, вартість підготовчих робіт повністю перекриє весь бюджет, а ціна однієї книги стане астрономічною.

Інший варіант – різографія. Вона працює дуже швидко і коштує дешево, через що її часто обирають для тиражування простих бланків чи методичок. Проте різограф має величезний мінус – низьку роздільну здатність і погану передачу напівтонів [8]. Оскільки проектоване видання є текстово-ілюстраційним і 30% його площі займають растрові та векторні технічні графіки, різографія не здатна чітко відтворити тонкі лінії та деталі схем. Робота виглядатиме неохайно, з розмитими елементами.

Цифровий електрофотографічний (тонерний) друк повністю позбавлений цих недоліків. Ця технологія працює за принципом прямого виведення даних із комп'ютера на друкарську машину. Тут взагалі немає фотоформ, а перша ж сторінка виходить комерційної якості, тобто витрати паперу на приладку

дорівнюють нулю. Сучасні цифрові машини забезпечують чіткість тексту на рівні офсету та високу точність передачі дрібних деталей ілюстрацій [9]. Для демонстрації отриманих результатів порівняння створена таблиця 5.1.

Таблиця 5.1 – Порівняльний аналіз технологій друку для лімітованих накладів

Критерій порівняння	Офсетний друк	Різографія	Цифровий друк (тонерний)
Економічний тираж	Від 1000 прим.	100-500 прим.	Від 1 до 300 прим.
Якість графіки/ілюстрацій	Оптимальна	Низька (дрібні деталі втрачаються)	Висока (чіткі лінії та растри)
Підготовчі витрати (Prepress)	Дуже високі (СтР форми)	Середні (майстер-плівка)	Відсутні (друк із файлу)
Доцільність для проекту	Ні (фінансово не вигідно)	Ні (не задовольняє якість схем)	Так (ідеальний вибір)

Отже, для виготовлення 100 примірників навчального видання цифровий електрофотографічний друк є єдиним технологічно та економічно виправданим рішенням.

5.2 Вибір друкарського обладнання

Після того, як ми визначили, що єдиним виправданим способом для нашого тиражу є цифровий електрофотографічний друк, необхідно підібрати конкретну модель обладнання. Оскільки наше видання має специфічну структуру (чорно-білий внутрішній блок 1+1 та повноколірну обкладинку 4+0), виробнича система повинна ефективно справлятися з обома завданнями без втрати швидкості та з мінімальною собівартістю відбитка.

Для малотиражного виробництва такого типу недоцільно купувати два окремі друкарські верстати (окремо для монохромного та кольорового друку), оскільки це збільшує капітальні витрати підприємства та ускладнює логістику всередині цеху. Найбільш раціональним інженерним рішенням є впровадження універсальної повноколірної цифрової друкарської машини

(ЦДМ) продуктивного класу, яка підтримує роботу з різними типами лотків та матеріалів одночасно.

Під час проектування розглядалися два лідери ринку в цьому класі обладнання: Konica Minolta AccurioPrint C3070L та її прямий аналог Xerox Versant 180 Press [10], [11]. Обидві машини орієнтовані на сегмент оперативної поліграфії, мають схожу швидкість друку (близько 70–80 сторінок A4 за хвилину) та підтримують роботу з форматом паперу SRA3. Проте для реалізації цього проекту було обрано саме систему Konica Minolta AccurioPrint C3070L. Порівняльні характеристики обох систем та технологічне обґрунтування вибору представлено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики друкарського обладнання

Параметр порівняння	Konica Minolta AccurioPrint C3070L	Xerox Versant 180 Press	Технологічне значення для проекту
Технологія друку	Лазерна електрофотографія	Лазерна електрофотографія	Забезпечує чіткі межі тексту та векторних схем
Максимальний формат паперу, мм	330×487 (SRA3)	330×488 (SRA3)	Дозволяє оптимальний спуск смуг
Роздільна здатність друку, dpi	1200×1200	2400×2400	Обидва показники гарантують високу якість растрових ілюстрацій
Діапазон щільності паперу, г/м ²	Від 62 до 300	Від 52 до 350	Дозволяє друкувати блок (80 г/м ²) та обкладинку (250 г/м ²)
Вартість монохромного відбитка	Нижча	Вища	Критично для нашого чорно-білого блока
Стійкість до зносу (ресурс деталей)	Вища в умовах постійних навантажень	Середня	Забезпечує стабільність тривалого друку

Попри те, що Xerox Versant 180 має дещо вищу паспортну роздільну здатність друку, вибір на користь Konica Minolta AccurioPrint C3070L обумовлений такими важливими факторами які перелічені нижче.

1. Економічність монохромного друку. Оскільки внутрішній блок нашої книги повністю чорно-білий і займає основний обсяг друку, Konica Minolta пропонує вигідніші умови розподілу вартості кліків (клік-контракту) для змішаних тиражів. Собівартість чорно-білої сторінки на ній є значно нижчою, ніж на Xerox.

2. Система реєстрації аркушів. Ця модель оснащена покращеними датчиками суміщення лицевого та зворотного боків. Точність реєстрації складає до 1 мм, що виключає «гуляння» полів сторінок при двосторонньому друці (1+1) технічного тексту.

3. Практична база впровадження у регіоні. Важливим аргументом є те, що продуктивні системи лінійки Konica Minolta активно використовуються на провідних поліграфічних підприємствах міста Харкова, зокрема в спеціалізованому цифровому підрозділі книжкової фабрики «Юнісофт» (Unisoft Digital). Це підтверджує надійність обладнання, доступність сервісного обслуговування, наявність оригінальних матеріалів та реальну можливість успішної адаптації розробленого технологічного процесу на базі діючого харківського підприємства.

Таким чином, впровадження ЦДМ Konica Minolta AccurioPrint C3070L дозволяє повністю закрити потреби у друці в межах одного робочого місця, гарантує високу швидкість та реальну економічну ефективність виготовлення малотиражної книги.

5.3 Технологічне обґрунтування режимів друку елементів видання

Обрана цифрова друкарська машина Konica Minolta AccurioPrint C3070L під час виготовлення проекрованої книги буде працювати у двох абсолютно різних технологічних режимах [10]. Розділення потоків друку внутрішнього блока та обкладинки обумовлене різною геометрією сторінок, економією матеріалів та прагненням мінімізувати відходи паперу.

1. Стандартний режим друку (для внутрішнього блока).

Внутрішній блок книги має обсяг 32 сторінки та одноколірне чорно-біле виконання (1+1). Для його виготовлення використовується стандартний електронний спуск смуг під базовий поліграфічний формат паперу SRA3. На одному такому аркуші паперу з урахуванням технологічних полів, міток суміщення та припусків під обрізку ідеально вміщується 4 сторінки нашого обрізного формату (140 × 210 мм) з одного боку. Оскільки друк є двостороннім, один фізичний аркуш SRA3 містить у собі 8 сторінок майбутнього видання. У цьому випадку цифрова друкарська машина Konica Minolta працює в штатному режимі, автоматично подаючи офсетний папір щільністю 80 г/м² з основного лотка великої місткості, що забезпечує максимальну швидкість та стабільність оперативної печатки накладу.

2. Банерний режим друку (для обкладинки).

Для виготовлення обкладинки під шиття на скобу (обкладинка типу 1) стандартний формат SRA3 є економічно не вигідним через геометричні обмеження розкладки. Чистий розмір книги після обрізки становить 140×210 мм, відповідно, повний розворот обкладинки (лицьова частина, корінець та зворот разом) з урахуванням припусків по 3 мм на фінальну тристоронню обрізку ножом становить 286 × 216 мм.

Якщо спробувати розкласти таку довгу обкладинку на стандартному листі SRA3 (320×450 мм), на ньому поміститься лише 1 примірник. При цьому майже половина площі дорогого щільного крейдованого паперу 250 г/м² піде у відходи (макулатуру), що сильно підвищить собівартість малої партії.

Щоб вирішити цю проблему, в проекті обґрунтовано використання інженерної функції ЦДМ – банерного режиму (Banner Mode). Цей режим дозволяє машині друкувати на подовжених аркушах паперу, що подаються зі спеціального байпасного лотка. Для друку обкладинок підбирається довгий формат паперу 330×700 мм. Завдяки цьому на одному довгому аркуші паперу вдається зробити оптимальний електронний спуск смуг і розмістити одразу дві розгорнуті обкладинки в ряд (572×216 мм).

Таке інженерне рішення дозволяє:

- вдвічі скоротити кількість прогонів друкарської машини для обкладинки;
- зменшити витрати щільного крейдованого паперу рівно у 2 рази;
- мінімізувати площу технологічних відходів, які йдуть під ніж.

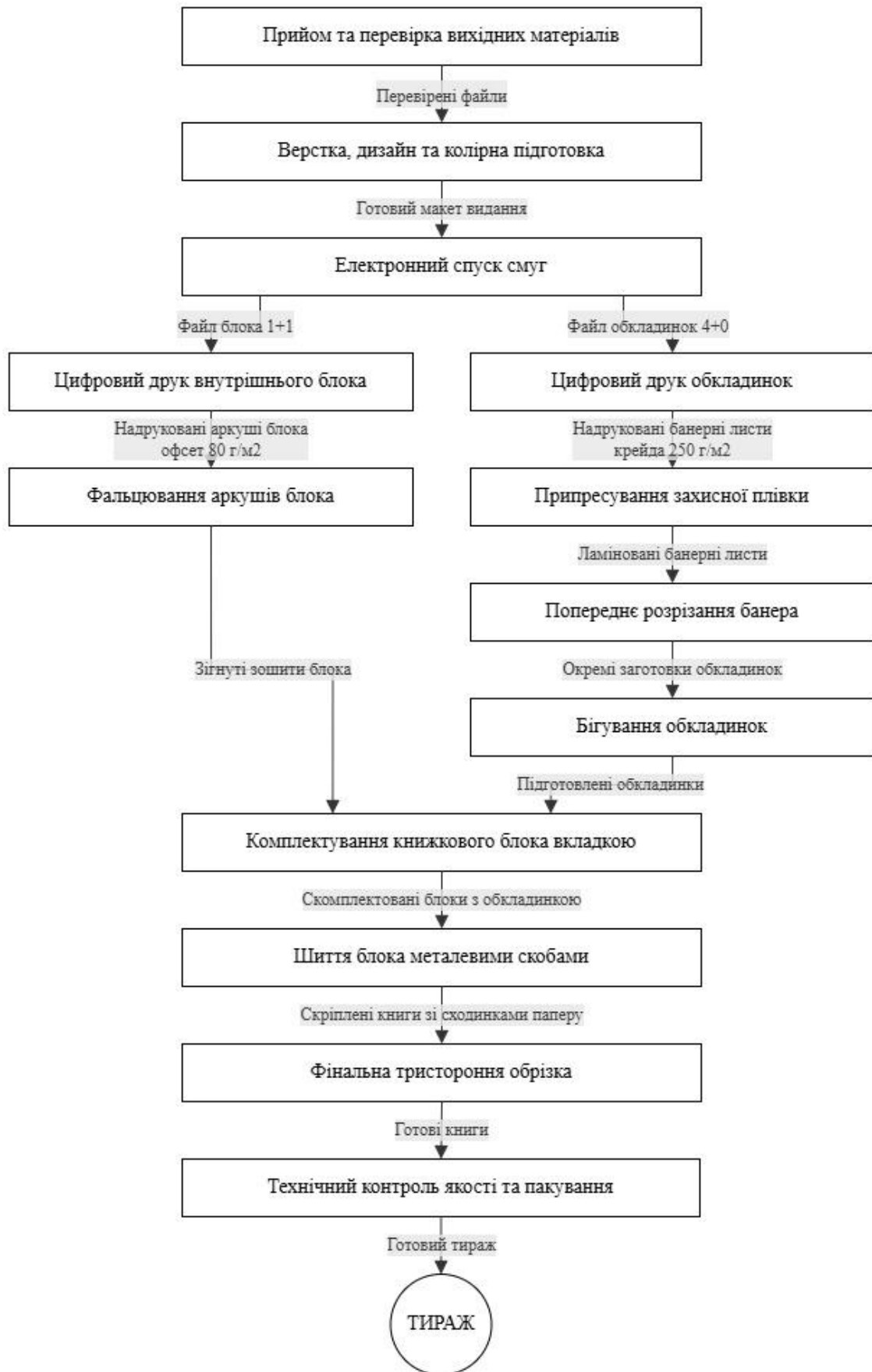
Після виходу з друкарської машини довгі банерні аркуші спочатку проходять стадію суцільного покриття плівкою на рулонному ламінації, і лише після цього ламінований банер передається на гільйотинний різак для попереднього розрізання навпіл на дві одинарні обкладинки.

Важливим технологічним аспектом проведення операції ламінації саме на суцільному банерному аркуші до його розрізання є забезпечення фізико-механічної стійкості майбутнього корінця книги. Оскільки обкладинка друкується цифровим способом, на поверхні крейдованого паперу формується доволі щільний шар оплавленого полімерного тонера. Під час механічного фальцювання (згинання навпіл разом із внутрішнім блоком) без захисного покриття цей шар тонера неминуче дав би тріщини та сколи по лінії хребта книги, повністю зіпсувавши товарний вигляд видання. Припресування тонкої рулонної плівки на весь банер створює суцільний еластичний каркас, який міцно утримує фарбовий шар. Подальше розрізання запечатаного та вже заламінованого банера навпіл гарантує ідеально чистий та рівний край зрізу кожної окремої обкладинки, виключає відшарування плівки по периметру та запобігає забрудненню клейових валів ламінації.

6 РОЗРОБКА СХЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИДАННЯ

Проектування наскрізного технологічного процесу є головним етапом інженерної розробки, оскільки він визначає точний маршрут руху замовлення всередині друкарні. Для малотиражного навчального видання обсягом 32 сторінки цей процес поділяється на три класичні стадії: додрукарську, друкарську та післядрукарську обробку.

Головна перевага обраної цифрової технології – це максимальне скорочення ланок виробництва. Це повністю виключає складні хімічні та механічні етапи традиційної поліграфії (виготовлення металевих форм, їх сушіння, монтаж, змивання машин), що дозволяє виготовити тираж у 100 примірників за лічені години. Повний поопераційний ланцюжок виготовлення книги виглядає наведено на рисунку 6.1.



Рисунко 6.1 – Схема технологічного процесу виготовлення видання

Джерело: Власна розробка

7 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПІСЛЯДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

Післядрукарська стадія у загальній структурі виготовлення малотиражного книжкового видання виступає фінальним етапом виробничого циклу, на якому формується остаточна просторова конструкція книги, її ергономічні характеристики, міцність та візуальна привабливість. В умовах оперативного цифрового виробництва саме комплекс фінішного та оздоблювально-скріплювального устаткування відповідає за виконання поаркушного фальцювання, захисного ламінування, точного позиціонування ліній згину обкладинки, збирання елементів книги у єдиний блок, його дртошвейне зшивання та фінальне тристороннє обрізання під заданий формат, що безпосередньо гарантує високі експлуатаційні властивості та довговічність готового накладу.

7.1 Фальцювального обладнання

Після завершення процесу цифрового електрофотографічного друку віддруковані аркуші паперу базового формату SRA3 (320 × 450 мм) надходять на стадію фальцювання для формування внутрішньої структури майбутнього видання. Зважаючи на технічні характеристики проекрованої книги (загальний обсяг становить 32 сторінки), для виготовлення одного примірника використовується 4 друкованих аркушів SRA3, кожен з яких містить по 4 сторінок (спуск смуг типу «двостороння вкладка»). Специфіка скріплення видання на дві металеві скоби внакидку передбачає поаркушне оброблення матеріалу: кожен аркуш потребує виконання лише одного прямого паралельного згину навпіл. Після цього сфальцьовані аркуші послідовно вкладаються один в один, формуючи цілісний блок разом із обкладинкою.

Для реалізації цієї операції з високою точністю ліній геометрії, запобігання зміщення смуг та забезпечення оперативності обробки

малотиражного накладу, у проєкті обґрунтовано вибір автоматизованої касетної фальцювальної машини Horizon EF-354 [12].

Технологічний вибір даної моделі зумовлений її високою адаптивністю до умов цифрових друкарень та спеціалізацією на роботі з операційними форматами аж до SRA3. Конструкція з чотирма фальцювальними касетами та автоматизованою системою налаштування за допомогою сенсорного екрана дозволяє миттєво переходити на потрібний режим роботи, що мінімізує час приладки на малих накладах. Важливою перевагою машини є використання делікатних поліуретанових валів, які не пошкоджують свіжонанесений шар цифрового тонера Konica Minolta і запобігають утворенню масляних слідів чи подряпин на делікатних сторінках внутрішнього блока. Технічні параметри обраної установки наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Технічні характеристики Horizon EF-354

Технічний параметр	Значення та технологічні межі
Максимальний формат вхідного аркуша	350 × 650 мм
Мінімальний формат вхідного аркуша	55 × 90
Діапазон щільності оброблюваного паперу	230
Кількість фальцювальних касет	від 46 до 240 г/м ²
Тип фальцювальних валів	Комбіновані (сталь + м'який поліуретан)
Максимальна швидкість роботи	до 30 000 аркушів/годину
Система подачі паперу	Вакуумна ротаційна

7.2 Обладнання для ламінування обкладинки

Відповідно до затвердженої технологічної схеми та конструктивних особливостей видання, обкладинка типу 1 після завершення процесу цифрового друку підлягає односторонньому глянцевою ламінуванню плівкою. Ця операція є обов'язковою для захисту зовнішніх елементів книги від стирання, передчасного зносу, впливу вологи та механічних пошкоджень під час експлуатації. Крім того, ламінація значно покращує оптичні властивості друкарського тонера, роблячи графічні елементи оформлення

навчального видання більш насиченими та контрастними. Для реалізації цього процесу в проєкті обґрунтовано вибір високопродуктивного рулонного ламінатора Foliant Taurus 530 SF [13].

Технологічна доцільність використання даної моделі зумовлена її здатністю ефективно працювати з подовженими форматами паперу. Оскільки спуск смуг обкладинки спроектовано в банерному режимі (розкладка 2-цр на аркушах 330×700 мм), ламінатор Foliant дозволяє виконувати суцільне припресування плівки на весь банерний лист цілком, ще до його розрізання на одинарні заготовки. Апарат оснащений потужним хромованим валом із електричним нагріванням та стабільним гідравлічним притиском, що є критично важливим для якісного закріплення плівки поверх щільного шару цифрового тонера Konica Minolta. Вбудована автоматична система розділення (сепарації) аркушів за допомогою штрихувального ножа гарантує ідеально рівний край плівки без деформації та скручування ламінованої основи щільністю 250 г/м^2 . Технічні параметри обраного ламінатора зведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Технічні характеристики Foliant Taurus 530 SF

Технічний параметр	Значення та технологічні межі
Максимальний формат вхідного аркуша	530×750 мм
Мінімальний формат вхідного аркуша	300×250
Діапазон щільності оброблюваного паперу	від 115 до 500 г/м^2
Тип припресування плівки	Гаряче ламінування з гідравлічним притиском валів
Температурний режим роботи вала	від 80°C до 140°C
Максимальна швидкість ламінування	до 30 метрів/хвилину
Система розділення (сепарації) аркушів	Автоматична вбудована

7.3 Вибір різального обладнання

Після стадії припресування захисної плівки задруковані банерні аркуші формату 330×700 мм надходять на операцію попереднього розрізання. Оскільки на кожному довгому аркуші паперу розміщено по дві розгорнуті обкладинки, цей процес необхідний для їхнього розділення на одинарні

заготовки та точного зрізання технологічних полів перед операцією бігування. Окрім цього, різальний верстат задіяний на фінальній стадії виробництва – для виконання точного тристороннього обрізання вже зшитих металевими скобами книжкових блоків, що забезпечує отримання чистого канта та приведення книги до заданого технічним завданням обрізного формату 140 × 210 мм.

З огляду на потребу у високій точності геометричних параметрів різання ламінованих матеріалів стосом, у проєкті обґрунтовано вибір професійної одноножової гільйотинної різальної машини Polar N 92 Plus [14].

Технологічна доцільність інтеграції цієї моделі у виробничий ланцюжок зумовлена її високим рівнем автоматизації та жорсткістю конструкції. Апарат оснащено оптичним світловим показчиком лінії різу, що дозволяє оператору візуально контролювати точність позиціонування стопи за мітками. Наявність програмованого модуля пам'яті дає змогу автоматизувати послідовність різів для швидкого переналаштування з попереднього розрізання банерів на фінальну тристоронню підрізку готових книг. Плавне регулювання зусилля гідравлічного притиску запобігає зсуву аркушів у стопі та виключає пошкодження або відшарування ламінаційної плівки під дією ножа. Хромоване покриття робочого столу в поєднанні з повітряною подушкою мінімізує фізичні зусилля оператора під час маніпуляцій із папером. Технічні характеристики машини Polar N 92 Plus зведено в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Технічні характеристики Polar N 92 Plus

Технічний параметр	Значення та технологічні межі
Максимальна ширина різу	920 мм
Максимальна глибина подачі столу	920 мм
Максимальна висота завантаження стопи	130 мм
Тип притиску стопи паперу	Гідравлічний
Діапазон тиску притиску	від 150 до 3000 даН
Мінімальна глибина різу без притискної пластини	25 мм
Точність позиціонування затла	0,01 мм

7.4 Обладнання для комплектування та скріплення книжкових блоків

Комплектування книжкових блоків проектного малотиражного видання, зважаючи на його конструктивні особливості (обсяг 32 сторінки, обкладинка типу 1), здійснюється виключно методом вкладки. На відміну від методу добірки, цей технологічний підхід передбачає послідовне вкладання сфальцьованих навпіл аркушів внутрішнього блока один в один (аркуш у аркуш), після чого сформований стос накривається розгорнутою обкладинкою. З огляду на специфіку малої партії (100 примірників), операція попереднього збирання та вкладки елементів реалізується на робочих столах власноруч, що є економічно доцільним і не потребує залучення громіздких автоматичних ліній.

Проте для фінального надійного скріплення сформованого блока по лінії корінця металевим дротом у проєкті передбачено використання професійного оздоблювально-скріплювального устаткування – напівавтоматичної дротошвейної машини Nagel Rinak [15].

Вибір цієї моделі обґрунтований її високою ефективністю в сегменті оперативного цифрового поліграфічного виробництва. Верстат дозволяє виконувати точне зшивання блоків товщиною до 3–4 мм двома металевими скобами внакидку (по лінії згину корінця) за один робочий цикл завдяки синхронній роботі швейних головок. Машина обладнана регульованими упорами для точного вирівнювання та позиціонування блока за технологічними мітками, що повністю виключає перекося скоб або деформацію скріплюваного матеріалу. Надійна механічна прошивка гарантує максимальну міцність скріплення, легкість розгортання та тривалий термін експлуатації навчально-пізнавальної книги. Технічні характеристики дротошвейного апарату Nagel Rinak наведено в таблиці 7.4.

У результаті проведеного аналізу та інженерно-технологічного проєктування ділянки оздоблювально-скріплювальних процесів було підібрано та обґрунтовано раціональний комплекс сучасного післядрукарського устаткування. Затверджений набір фінішних машин формує єдиний, логічно

узгоджений технологічний ланцюжок, який повністю враховує конструктивні й параметричні особливості проєктованого видання – зокрема, малий наклад (100 прим.), обсяг у 32 сторінки та специфіку скріплення елементів в обкладинку типу 1 за допомогою двох металевих скоб внакидку.

Таблиця 7.4 – Технічні характеристики дртошвейної машини Nagel Rinak

Технічний параметр	Значення та технологічні межі
Спосіб скріплення блока	Дротом внакидку або втачку
Максимальна товщина прошивного блока	до 4,0 мм
Кількість швейних головок	2 головки
Відстань між центрами скоб	регульована, від 80 до 155 мм
Тип використовуваних скоб / дроту	Стандартизовані скоби 24/6, 24/8
Привід механізму зшивання	Електричний
Продуктивність	до 400-500 примірників/годину

Усі обрані моделі обладнання (зокрема, продукти брендів Horizon, Foliant, Polar та Nagel) відносяться до класу професійної техніки для оперативного поліграфічного виробництва. Вони характеризуються високою точністю виконання операцій, мінімальним часом на приладку та цифрове переналагодження між замовленнями. Застосування цього комплексу машин гарантує стабільність фінішної обробки паперу різної щільності та високу якість кожного примірника в межах малої партії.

Запропоноване технологічне рішення є повністю обґрунтованим і відповідає сучасному вектору розвитку оперативної поліграфії. Подібні компактні автоматизовані комплекси цифрового постпресу ефективно впроваджені на провідних підприємствах України, зокрема на виробничій базі ПрАТ «Харківська книжкова фабрика "Юнісофт"», де практичний досвід експлуатації аналогічного устаткування доводить його високу рентабельність та гнучкість під час випуску малотиражної книжкової продукції [16].

8 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Ефективність сучасного видавничо-поліграфічного виробництва безпосередньо базується на використанні спеціалізованого програмного забезпечення для Prepress-процесів, оскільки саме на додрукарській стадії закладається цифрова архітектура майбутньої книги. Дослідження у цій галузі доводять, що експлуатаційні характеристики готового накладу та відсутність технологічного браку зумовлені безпомилковістю верстки, правильним структуруванням ілюстративного матеріалу та повною адаптацією файлів до параметрів друкарського обладнання.

Провідною платформою для проектування та макетування багатосторінкових видань є Adobe InDesign. Даний софт має розширений інструментарій для конструювання модульних сіток, автоматизації стилів оформлення тексту, оперування майстер-сторінками та генерації фінальних файлів у сертифікованому форматі друку PDF/X [17]. Його домінування на ринку пояснюється високою інтеграцією з іншими графічними редакторами Adobe та стабільністю обробки складних інформаційних масивів. Серед аналогічних програм варто згадати QuarkXPress, який традиційно утримує позиції на окремих підприємствах завдяки високій швидкодії під час маніпуляцій із громіздкими макетами. Менш поширеним, проте доступним інструментом є Scribus – безкоштовне програмне забезпечення з відкритим кодом, орієнтоване на навчальний сегмент та аматорські проекти з базовим функціоналом макетування.

Для обробки растрового контенту промисловим стандартом визнано Adobe Photoshop. Пакет застосовується для комплексного ретушування, кольорового балансування та адаптації ілюстрацій під конкретні технологічні умови. Ключовою перевагою програми є коректна робота з кольірними профілями (ICC), що гарантує прогнозованість відтворення кольору на відбитку. У межах даного дипломного проекту софт задіяно для обробки візуального наповнення

книги: переведення графіки внутрішнього блока в режим градацій сірого (Grayscale), а компонентів обкладинки – у простір CMYK із роздільною здатністю 300 dpi [18]. Альтернативними редакторами виступають комерційний пакет Affinity Photo, відомий оптимальним співвідношенням вартості та функціоналу, а також відкритий безкоштовний продукт GIMP.

Створення та редагування векторних елементів реалізується за допомогою Adobe Illustrator, який забезпечує точне масштабування схем, логотипів та інфографіки без втрати чіткості. Програма вирізняється нативною сумісністю з екосистемою Adobe та підтримкою універсальних форматів обміну даними [19]. Конкурентними аналогами є пакет CorelDRAW, затребуваний у багатьох друкарнях через гнучкість інструментів макетування, та безкоштовний векторний редактор Inkscape.

Автоматизоване збирання електронних фотоформ та імпозиція смуг під параметри друкарських форматів SRA3 та подовженого банера здійснюється в програмному середовищі Kodak Preps. Цей індустріальний комплекс дозволяє конструювати технологічні шаблони спусків під подальше скріплення зошитів металевими скобами, автоматично генерувати мітки різки, бігування, шкали кольорового контролю та технологічні позначки. Замість нього можуть застосовуватися Heidelberg Signa Station або плагін Quite Imposing Plus.

На стадії фінального Preflight-контролю та підготовки композитних PDF-макетів до відправки на растровий процесор (RIP) цифрової друкарської машини використовується додаток Adobe Acrobat Pro разом із професійним модулем Enfocus PitStop [20]. Таке поєднання дозволяє здійснювати автоматичний моніторинг файлів на предмет виявлення незатверджених шрифтів, випадкових об'єктів у просторі RGB, недостатньої деталізації зображень та відсутності необхідних технологічних випусків під обрізку. Це дозволяє нівелювати ризик виникнення браку під час друку малотиражної партії книг. Комплексний аналіз ринку програмних продуктів дозволив сформувати раціональний набір софту для реалізації проекту, параметри якого зведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Комплекс програмних продуктів для додрукарської підготовки видання

Етап роботи	Спеціалізоване ПЗ	Функціональне призначення та роль у проєкті
Редагування растрового контенту	Adobe Photoshop CC	Технологічна підготовка ілюстрацій, тонова корекція, ретуш, переведення у простір CMYK (обкладинка) та Grayscale (блок) із роздільністю 300 dpi
Генерація векторних елементів	Adobe Illustrator CC	Розробка схем, креслень, логотипів, векторних елементів дизайну та інфографіки з точним масштабуванням
Дизайн та багатосторінкове макетування	Adobe InDesign CC	Компонування текстових масивів, структурування модульних сіток, створення майстер-сторінок, дизайн та верстка обкладинки типу 1
Вхідний контроль та Preflight-перевірка	Adobe Acrobat Pro + Enfocus PitStop	Автоматизована інспекція композитних PDF/X файлів на відсутність помилок (RGB, шрифти, випуски під обрізку) перед RIP-процесором
Автоматизована імпозиція (монтаж)	Kodak Preps	Формування схем розкладки сторінок під формати SRA3 та подовженого банера з урахуванням компенсації сповзання смуг під шиття скобою

Проведений аналітичний огляд та зіставлення характеристик сучасного додрукарського софту дозволили визначити та технологічно обґрунтувати раціональну структуру програмного забезпечення. Затверджений набір комп'ютерних утиліт формує єдину безперервну екосистему, яка дає змогу реалізувати кожен крок Prepress-підготовки книжкового проєкту з повним збереженням цілісності цифрових даних.

Впровадження у виробничий цикл базових індустріальних продуктів лінійки Adobe (InDesign, Photoshop, Illustrator, Acrobat Pro) у комбінації з інтегрованим модулем інспектування Enfocus PitStop гарантує безпомилкову взаємодію та обмін файлами на всіх проміжних стадіях – від первинного редагування графіки до остаточного калібрування PDF-макета. Застосування в загальному потоці автоматизованого інструменту імпозиції Kodak Preps дозволяє

з високою інженерною точністю моделювати схеми розкладки сторінок під геометричні параметри аркушів SRA3 та подовженого банера, автоматично генеруючи необхідні мітки різку, бігувальні напрямні та колірні шкали.

Сформований програмно-технологічний комплекс повністю виключає появу критичних помилок (помилкове використання колірного простору RGB, деформація або незатвердження шрифтових гарнітур, відсутність технологічних полів під ніж), забезпечує абсолютну адаптацію цифрових файлів до специфікацій растрового процесора (RIP) цифрової друкарської машини та слугує запорукою прогнозованої і високої якості готової малотиражної партії видання.

9 РОЗРОБКА ОРИГІНАЛ-МАКЕТУ ВИДАННЯ

Розробка оригінал-макета навчального видання «Інженерна та комп'ютерна графіка: навчальний посібник» є ключовим етапом додрукарської підготовки, який безпосередньо впливає на візуальну якість, композиційну цілісність та технологічну відповідність майбутньої книги вимогам цифрового виробництва. Весь комплекс робіт із проєктування архітектоніки, художньо-технічного оформлення, верстки внутрішнього блока та геометричного розрахунку обкладинки реалізовано у професійному видавничому середовищі Adobe InDesign CC.

9.1 Верстка блока видання

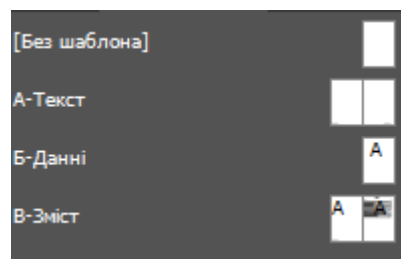
Процес верстки внутрішнього блока базується на суворому дотриманні композиційних правил створення навчальної літератури технічного профілю. Першочергово в Adobe InDesign CC було створено новий документ із параметрами обрізного формату 140×210 мм (стандарт A5), обсягом 32 сторінки та активованою функцією дзеркальних розворотів (Facing Pages). Відповідно до попередніх розрахунків, встановлено наступні параметри внутрішніх полів дзеркала набору: корінцеве (Inside) – 11 мм, верхнє (Top) – 16 мм, зовнішнє (Outside) – 16 мм, нижнє (Bottom) – 23 мм. Також для забезпечення безперебійного тристороннього обрізання накладу на гільйотинному устаткуванні Polar встановлено технологічний випуск за обріз (Bleed) розміром 3 мм з усіх чотирьох сторін аркуша.

Для автоматизації та забезпечення абсолютної візуальної однорідності видання розроблено систему шаблон-сторінок (Parent Pages / колишні Master Pages). На базовому шаблоні A-Parent задано модульну сітку, налаштовано прив'язку рядків тексту до базової сітки напрямних (Baseline Grid) для досягнення ідеальної приводності верстки, а також розміщено маркери

автоматичної нумерації сторінок (Current Page Number) та колонтитули у верхньому полі шпальти.

9.1.1 Сторінки-макети в середовищі Adobe InDesign

У межах розробки блока було спроектовано та зверстано три базові типи сторінок-макетів, які відображають специфіку структури проєктованого навчального посібника (рис. 9.1).



Рисунко 9.1 – Приклад шаблонних сторінок

Джерело: Власна розробка

1. Текстова сторінка. Призначена для подачі основного теоретичного матеріалу. Верстка виконана в одну шпальту. Для основного тексту налаштовано символний та абзацний стилі (Paragraph Styles): гарнітура – Times New Roman, кегль – 10 pt з інтерліньяжем 14 pt, виключка – за шириною, з автоматичним переносом слів та абзацним відступом 5 мм. Всі заголовки суворо синхронізовані через стилі зі збереженням правила відбиття від тексту.

2. Ілюстративна сторінка (сторінка з кресленнями). Оскільки видання присвячене інженерній графіці, ілюстрації (векторні креслення та схеми з Adobe Illustrator) відіграють першорядну роль. Рамки графічних фреймів (Graphic Frames) імпортуються за допомогою функції Place із обов'язковим збереженням зв'язків (Links). Для ілюстрацій накладено правила обтікання текстом (Text Wrap) та розроблено окремий абзацний стиль для підпису підписів (кегль 8,5 pt, накреслення Italic, центрування по центру шпальти).

3. Зміст (Content сторінка). Спроектowana як початкова сторінка навігації. Вона має чітку дворівневу ієрархію стилів для візуального розділення назв великих розділів та підрозділів із використанням символів відточіння (Leader) до номера сторінки.

9.1.2 Верстка вихідних даних

Вихідні дані розміщуються на 2-й сторінці книги та є основним юридично-технічним документом (рис. 9.2), що засвідчує державну реєстрацію книги відповідно до ДСТУ 4861. Верстка цього блока вимагає особливої інженерної точності, оскільки тут акумулюються класифікаційні індекси УДК, міжнародний стандартний номер книги (ISBN) та знак охорони авторського права (копірайт). Оскільки книга «Інженерна та комп'ютерна графіка: навчальний посібник» за своїм цільовим призначенням є навчальним виданням, до її вихідних відомостей висувається ряд суворих обов'язкових вимог, без дотримання яких книга не може бути допущена до навчального процесу та офіційної каталонізації:

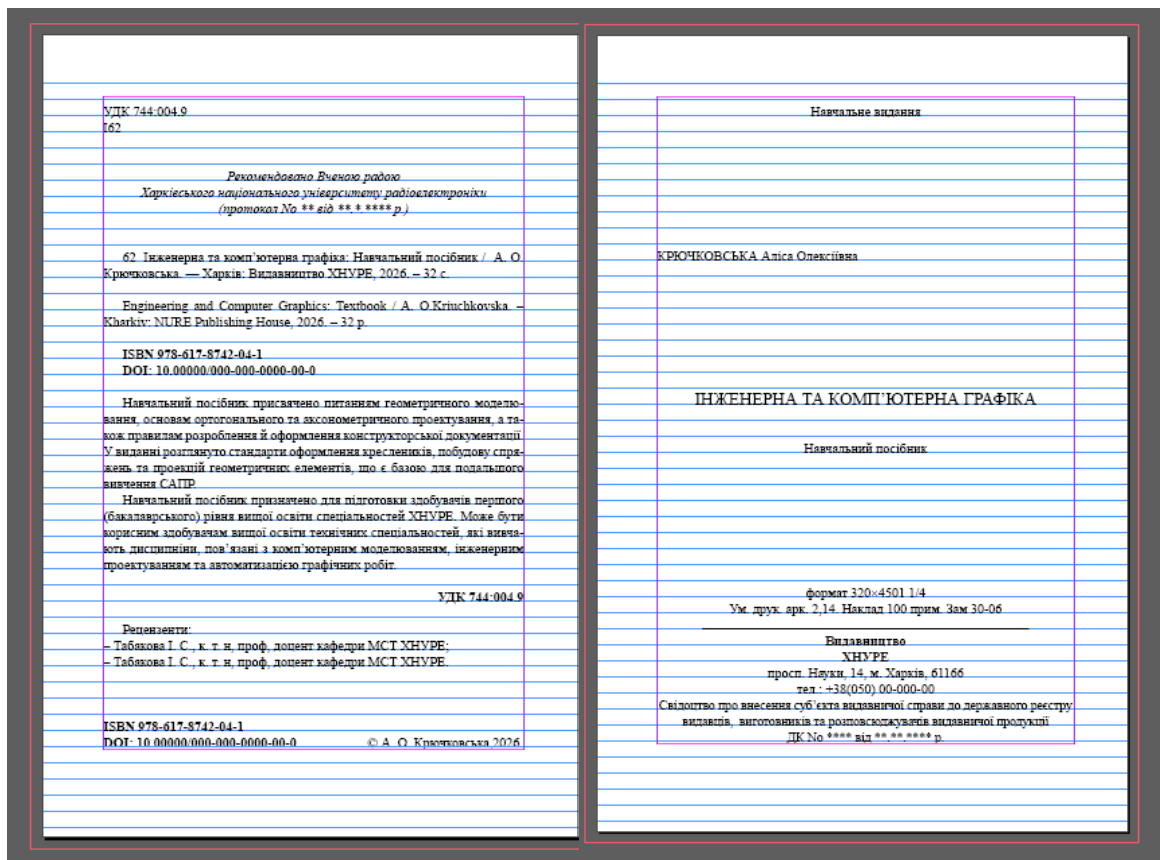
- гриф затвердження або рекомендації. Обов'язковий елемент для навчальної літератури технічного профілю. У верхній частині титульної або кінцевої сторінки заверстується офіційне рішення (вид грифу) Вченої ради університету або Міністерства освіти і науки України із зазначенням номера протоколу та дати затвердження (наприклад: «Рекомендовано Вченою радою Харківського національного університету радіоелектроніки...»);

- вид навчального видання. У підзаголовкових даних чітко прописується категорія книги згідно з ДСТУ 3017 (наприклад: «Навчальний посібник», «Курс лекцій» або «Практикум з інженерного креслення»), що визначає характер подачі навчального матеріалу;

- відомості про рецензентів. На відміну від художньої літератури, для навчального видання обов'язковим є розміщення даних про внутрішніх та зовнішніх рецензентів;

– макет анотації та реферат. Коротка характеристика посібника, де обов'язково зазначається, для студентів яких спеціальностей (наприклад, спеціальність 186 «Видавництво та поліграфія»), курсів чи напрямків підготовки призначена ця праця, а також які саме компетенції вона допомагає опанувати.

Для верстки цього масиву службових даних в Adobe InDesign використано зменшені кеглі (7-8 pt) із виключкою по лівому краю або по центру, залежно від композиційного прийому, з чітким візуальним відділенням службової інформації від основного тексту за допомогою тонких ліній-лінійок (Paragraph Rules). Усі техніко-видавничі відомості (формат паперу, знак частки, гарнітура, спосіб друку, обсяг в умовних друкарських аркушах, тираж 100 прим. та юридична адреса друкарні «Юнісофт») згруповані у компактну фінальну таблицю або блок у самому низу сторінки.



Рисунко 9.2 – Приклад сторінки вихідних даних

Джерело: Власна розробка

9.1.3 Автоматичний зміст

Для виключення людського фактора та усунення помилок у нумерації розділів під час фінальної збірки книги, у проєкті реалізовано функцію генерації автоматичного змісту за допомогою штатного інструменту Layout > Table of Contents (рис. 9.3). Технологічний алгоритм створення автоматичного змісту в Adobe InDesign базується на зчитуванні системою раніше призначених абзацних стилів заголовків (Heading 1 та Heading 2). Програма автоматично сканує всі 32 сторінки документа, збирає текст, маркований цими стилями, та виносить його на сторінку змісту разом із актуальними номерами сторінок на момент генерації. Для оформлення згенерованого тексту автоматично застосовується окремо створений стиль ТОС_text, де налаштовано табуляцію з правим вирівнюванням та крапковим відточінням. Будь-яке зрушення сторінок у процесі остаточного редагування макета миттєво коригується командою Update Table of Contents.

ЗМІСТ	
ВСТУП	4
Розділ 1. ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	5
1.1 Формати аркушів та рамки	5
1.2 Основний напис (штамп)	5
1.3 Типи ліній креслення	7
1.3 Креслярські шрифти	7
1.4 Основний напис (штамп)	8
Розділ 2. ОСНОВИ ОРТОГОНАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ	9
2.1 Проекціювання прямої лінії та її положення в просторі	10
2.2 Проекціювання площини та її положення в просторі	11
2.3 Взаємне положення геометричних елементів та визначення видимості	13
Розділ 3. ПОБУДОВА АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ	16
3.1 Суть аксонометричного проектування	16
3.2 Прямокутна ізометрична проекція	16
3.3 Прямокутна диметрична проекція	17

Рисунко 9.3 – Приклад сторінки змісту видання

Джерело: Власна розробка

9.2 Верстка обкладинки видання

Оскільки для книги обрано м'яку цілісну обкладинку типу 1, її верстка виконується в Adobe InDesign як окремий документ, що складається з одного суцільного горизонтального розвороту. Після технологічного розрахунку геометрії обкладинки вона має параметри 282 мм по ширині, та 210 мм по висоті. Товщина корінця для 32 сторінок офсетного паперу 80 г/м² становить менше 2 мм, проте з огляду на згинання паперу щільністю 250 г/м² та процес шиття на дві скоби, у макеті закладено технологічний розворот корінця розміром 2 мм із лініями бігування.

По периметру макета обкладинки обов'язково задано випуск за обріз (Bleed) 3 мм. Графічний дизайн (фонова заливка, плашки) повністю виходить за межі обрізного контуру до лінії Bleed, що гарантує відсутність білих полів після фінального різання на машині Polar. Графічні елементи 1-ї сторінки (назва, автори) та 4-ї сторінки (штрих-код, анотація) розміщені на відстані не менше 5 мм від ліній обрізу та корінця (безпечна зона / Safe Zone). Після завершення дизайну макет експортується у високоякісний поліграфічний PDF-файл стандарту PDF/X-4:2010 для передачі на цифрову друкарську машину Konica Minolta у банерному режимі.

10 СПУСК ПОЛОС У KODAK PREPS

Завершальним інженерним етапом додрукарської підготовки, що передує безпосередньому надсиланню макета на растровий процесор (RIP) цифрової друкарської машини, є електронний спуск смуг (імпозиція). Головне завдання цього процесу полягає в раціональному та геометрично точному розрахунку просторового розміщення посторінкових PDF-файлів оригінал-макета на великому поліграфічному аркуші паперу. Оскільки внутрішній блок навчально-пізнавального видання виготовляється за технологією прямого цифрового друку, спроектована розкладка сторінок повинна забезпечити їх бездоганну хронологічну послідовність після проходження аркушів через фальцювальний апарат Horizon EF-354 та поопераційного збирання елементів способом вкладки. Для повної автоматизації монтажу, усунення ризиків ручних помилок та мінімізації людського фактора в роботі застосовано професійне програмне забезпечення Kodak Preps.

Під час розрахунку та побудови схеми цифрової імпозиції базовими вхідними параметрами слугували остаточний обсяг книги (32 сторінки), цифровий формат друкарського матеріалу (320×450 мм, SRA3) та кінематичні ліміти післядрукарського парку машин. Для проєктувального видання було обрано та реалізовано схему розкладки 1/4. Така частка аркуша означає, що на одному фізичному листі SRA3 з двох боків (лице та зворот) сумарно розміщується 8 сторінок майбутньої книги – по 4 смуги на задруковій стороні «Form» (лице) та «Back» (зворот). Відповідно, весь обсяг видання у 32 сторінки математично точно розподіляється на 4 повні фізичні аркуші паперу SRA3. Отриманий комплект зошитів збирається в один суцільний блок методом «один в один» (вкладкою), що повністю нівелює появу технологічно неефективних дробових або неповних паперових частин і оптимізує загальну витрату сировини.

У програмному середовищі Kodak Preps було розроблено унікальний цифровий шаблон (Template), повністю адаптований під специфіку

проходження паперу в ЦДМ Konica Minolta. Під час конструювання та налаштування архітектури шаблону було враховано та впроваджено такі обов'язкові параметри:

- схема фальцювання (Folding Pattern): Затверджено цифрову схему під один прямий паралельний згин навпіл (двостороння розкладка вкладкою на 4 сторінки на стороні аркуша), що суворо відповідає налаштуванням робочих касет фальцювальної машини Horizon EF-354. Програма в автоматичному режимі виконала просторову орієнтацію та розворот верхніх зон смуг (голова до голови), спираючись на напрямок руху паперового листа у секціях та логіку формування зошта під шиття скобою;

- технологічне поле та маркери контролю: У вільні від задруку крайові зони аркуша SRA3 інтегровано комплекс елементів візуального та інструментального контролю. До них належать кутові мітки тристороннього різну (Crop marks), центральні маркери суміщення (Registration marks) для точного двостороннього зведення лиця та звороту (дуплексного суміщення) безпосередньо у друкарському тракті ЦДМ, а також текстові службові ідентифікатори (назва книги, порядковий номер аркуша від 1 до 4 та назва сторони друку). Традиційні денситометричні шкали офсетного типу в даному шаблоні свідомо виключено, оскільки оперативний контроль і стабілізація щільності тонерного покриття виконуються в автоматичному режимі внутрішніми спектрофотометричними інструментами самої ЦДМ;

- компенсація геометричного сповзання (Creep Compensation): Оскільки офсетний папір щільністю 80 г/м² володіє певною фізичною товщиною, під час послідовного вкладання чотирьох сфальцьованих аркушів один в один виникає ефект «ластівчиного хвоста» - внутрішні сторінки прогресивно виштовхуються назовні по передньому полю. Щоб після фінального тристороннього обрізання блока на гільйотині Polar геометричні розміри зовнішніх полів на всіх 32 сторінках книги залишалися ідентичними та не відбулося зрізання колонцифр, у Kodak Preps було активовано функцію математичного мікрозсуву внутрішніх смуг до центрального корінця (Creep).

Величину цього зсуву програма розраховувала автоматично на основі товщини та щільності обраного паперу.

Особливу інженерну увагу під час конструювання шаблону в Kodak Preps було приділено розрахунку технологічних допусків на підрізання, виходячи з фінальної конструкції книги. Оскільки для видання затверджено м'яку цілісну обкладинку типу 1, фінальне обрізання вже скріпленого металевими скобами на машині Nagel Rinak примірника здійснюється за схемою повного тристороннього обрізання на гільйотинному верстаті Polar N 92 Plus.

Через це при конфігурації міток різу припуски на випуск за обріз (Bleed) розміром 3 мм було закладено суворо за трьома зовнішніми периметрами смуг (верхнім, нижнім та зовнішнім бічним). Натомість по внутрішній корінцевій лінії значення припуску встановлено як нульове, оскільки конструкція блока передбачає згинання та шиття внакидку і повністю виключає операції фрезерування, торцювання або зрізання корінця, притаманні клейовому безшвейному скріпленню. Такий підхід гарантує отримання бездоганно рівного, чистого обрізного канта книги та точне приведення геометрії готового продукту до заданого технічним завданням формату 140×210 мм.

Після завершення імпорту посторінкового PDF-файлу верстки з Adobe InDesign та його автоматичного розподілу за сіткою створеного шаблону, у програмі Kodak Preps було згенеровано фінальні багатосторінкові файли високої роздільної здатності стандарту PDF/X-4. Отримані цифрові масиви надходять безпосередньо на вбудований растровий процесор ЦДМ Konica Minolta для прямого електрофотографічного відтворення накладу, що дозволяє повністю оминати матеріаломістку, тривалу та дороговартісну стадію виготовлення традиційних алюмінієвих офсетних форм.

11 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ НЕОБХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ефективне виробництво книжкових видань базується на раціональному виборі матеріальної складової, оскільки фізико-механічні та оптичні властивості матеріалів безпосередньо закладають міцність, тривалість експлуатації, якість сприйняття текстово-ілюстраційної інформації та підсумкову собівартість готового накладу. Під час проведення технологічного вибору у проєкті було детально враховано технічні ліміти цифрового та фінішного устаткування, обраний формат книги (140×210 мм), обсяг блока (32 сторінки), малий наклад (100 прим.), а також специфіку використання навчальної літератури.

До номенклатури основних та допоміжних матеріалів, що формують конструкцію та зовнішнє оздоблення видання, увійшли:

- папір для друку внутрішнього блока. Класичний офсетний папір щільністю 80 г/м² машинного гладшання. Його вибір зумовлений високим показником непрозорості та оптимальним ступенем білизни, що гарантує максимальну контрастність одноколірного друку (1+1), відсутність пробивання тонера на зворотний бік та комфортне візуальне сприйняття тексту під час навчання;

- папір для виготовлення обкладинки типу 1. Високоякісний двосторонній крейдований папір щільністю 250 г/м². Матеріал володіє підвищеною гладкістю для точного закріплення тонера, високим опором до зламу під час одинарного згинання корінця та жорсткістю, необхідною для захисту внутрішніх сторінок;

- матеріали для скріплення та фінішної обробки. Рулонна глянцева полімерна плівка для гарячого припресування (товщиною 25 мкм), яка захищає повноколірну обкладинку від стирання, а також калібрований металевий поліграфічний дріт (або готові скоби), що забезпечує міцне довговічне зшивання блока внакидку без деформації паперу;

– колоранти для відтворення зображень. Оригінальний сухий полімерний тонер чорного кольору (К) для формування дрібноштрихових текстових елементів блока, а також комплект кольорових тонерів системи СМУК (4+0) для якісного повноколірного відтворення графіки на обкладинці;

– матеріали для пакування готової продукції. Щільний обгортковий крафт-папір для формування міцних пачок, який надійно захищає готові книги від механічних пошкоджень, пилу та коливань вологи під час транспортування та складування накладу.

Розрахунок технологічної потреби у матеріалах для виготовлення навчального видання накладом 100 прим. виконано на основі галузевих норм витрат та технічних характеристик проектного обладнання.

Для розрахунку маси паперу використовується класична формула, що враховує формат, щільність та обсяг видання:

$$M = \frac{(N \times V_{арк} \times S \times q)}{1000} \times K_{tex}, \quad (11.1)$$

$$M_{бл} = \frac{(100 \times 4 \times 0,144 \times 70)}{10} \times 1,05 = 4,84 \text{ кг.}$$

де N – наклад видання (100 прим.);

$V_{арк}$ – обсяг у друкарських аркушах;

S – площа одного паперового аркуша;

q – щільність паперу (80 г/м² для блока, 225 г/м² для обкладинки);

K_{tex} – коефіцієнт технологічних відходів (1,05, що відповідає 5% на брак і приладку).

Також було пораховано кількість необхідного паперу для друку обкладинки, що дорівнює 3,03 кг.

Витрата колорантів у цифровому електрофотографічному друці розраховується на основі середнього відсотка задрукування (площі тонерного покриття) поверхонь сторінок видання. Базовим орієнтиром є витрата сухого полімерного тонера на один колір за умов суцільного 100%-го заповнення

плашки на площі 1 м², що для офсетних паперів становить у середньому 5,0-6,0 г/м², а для щільних крейдованих основ – 4,5-5,0 г/м² [21].

Внутрішній текстовий блок книги (обсяг 32 сторінки) містить переважно текстові масиви та відкриті штрихові графічні елементи. Середній коефіцієнт задрукування (щільність тонера на сторінці) складає близько 8-12% від загальної площі дзеркала набору, що обумовлює низьку питому витрату чорного тонера (K).

Розворот обкладинки типу 1 має інтенсивне ілюстраційне та фонове оформлення. Середній коефіцієнт заповнення поверхонь сумарно за всіма чотирма кольорними каналами тріади CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) становить близько 120-150% (з розрахунку суми плашок). Розрахунок потреби у кольорових тонерах виконано на основі технічних нормативів експлуатації ЦДМ Konica Minolta для друку на довгому банерному папері формату 330×700 мм (по два примірники розворотів обкладинок на одному аркуші).

Оскільки для скріплення елементів книги обрано метод дртошвейного зшивання внакидку (на дві металеві скоби), потреба у скріплювальних матеріалах визначається безпосередньо у штуках готових скоб. Обсяг рулонної плівки для гарячого ламінування та допоміжного обгорткового крафт-паперу для формування пачок розраховано відповідно до геометричних параметрів накладу та площі банерних аркушів. Детальний зведений розрахунок необхідної кількості основних та допоміжних матеріалів для успішного виготовлення проектного накладу в кількості 100 прим. представлено в таблиці 11.1.

У результаті виконання розрахунково-технологічної частини проекту було повністю визначено матеріальний баланс та кількісну потребу в сировині для виготовлення навчального видання накладом 100 примірників. Усі розрахунки кількості матеріалів базуються на чинних технологічних нормах витрат оперативної поліграфії, точних геометричних параметрах розгорток елементів книги (формат блока 140×210 мм, обсяг 32 сторінки, цілісна м'яка

обкладинка типу 1) та паспортних характеристиках обраного цифрового друкарського й оздоблювального устаткування.

Таблиця 11.1 – Розрахунок основних матеріалів

№	Матеріал	На одиницю продукції	Кількість на тираж (з приладкою)
1	Офсетний папір для блока (80 г/м ²)	0,048 кг/прим.	4,84 кг
2	Крейдований папір для обкладинки (250 г/м ²)	0,030 кг/прим.	3,03 кг
3	Полімерний тонер чорний (Black) для внутрішнього блока	0,45 г/прим.	45,0 гр
4	Комплект кольорових тонерів СМΥК для обкладинки	0,80 г/прим.	80,0 гр
5	Металеві поліграфічні скоби	2 шт. / прим.	225
6	Рулонна плівка для гарячого ламінування (25мкм)	0,116 м ² / прим.	11,55 м ²
7	Допоміжний крафт-папір для пакування	0,015 кг/прим.	1,5 кг
8	Клейка пакувальна стрічка (скотч)	1 шт/наклад	1 шт.

На основі розроблених електронних спусків смуг та схем задрукування визначено точну технологічну потребу в матеріальних ресурсах, зокрема: 4,84 кг офсетного паперу для внутрішнього блока, 3,03 кг крейдованого паперу для обкладинок (з урахуванням подовженого банерного формату), 225 шт. металевих поліграфічних скоб для дротошвейного скріплення, а також 11,55 м² рулонної плівки для гарячого ламінування та сухого полімерного тонера системи СМΥК. Отримані кількісні показники матеріальних ресурсів є об'єктивною технологічною основою для виробництва.

12 МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИДАННЯ

У цьому розділі розроблено й обґрунтовано маршрутно-технологічну карту, яка відображає чітку хронологічну послідовність і взаємозв'язок основних додрукарських, друкарських та брошурувально-палітурних операцій загального виробничого циклу. Карта складена відповідно до обраної оперативної технології виготовлення малотиражного навчального книжкового видання. Маршрутно-технологічну карту, що інтегрує всі етапи трансформації напівфабрикатів на базі запроєктованого комплексу комп'ютерного, цифрового друкарського та фінішного устаткування, представлено в таблиці 12.1.

Таблиця 12.1 – Маршрутно-технологічна карта виготовлення видання

Елемент операції	Обладнання / ПЗ	Матеріали	Виконавець
Додрукарські (Prepress) процеси			
Прийом замовлення, аналіз ТЗ, реєстрація карти	ПК, спеціалізоване ERP/офісне ПЗ	Електронне ТЗ, робочі цифрові інструкції	Менеджер виробництва
Обробка тексту, кодування та верстка масиву сторінок	ПК, Adobe InDesign CC	Цифрові авторські текстові файли	Дизайнер-верстальник
Образотворча підготовка, кольорокорекція, ретуш	ПК, Adobe Photoshop CC	Растрові та векторні графічні активи	Художній редактор / Дизайнер
Автоматизована контрольна перевірка файлів (Preflight)	ПК, Adobe Acrobat Pro + PitStop	Готовий оригінал-макет у форматі PDF/X	Інженер Prepress
Цифровий електронний спуск шпальт (імпозиція)	ПК, Kodak Preps	PDF-сторінки макета, електронні шаблони	Інженер Prepress
Друкарські (Press) процеси			
Цифровий двосторонній тонерний друк блока (1+1)	ЦДМ Konica Minolta AccurioPrint	Офсетний папір 80 г/м ² (SRA3, 4,61 кг), чорний тонер	Оператор цифрового друку
Повноколірний друк розгортки обкладинок (4+0)	ЦДМ Konica Minolta (банерний режим)	Крейдований папір 250 г/м ² (330×700 мм, 2,88 кг)	Оператор цифрового друку
Післядрукарські (Postpress) процеси			
Одностороннє глянцеове ламінування обкладинок	Ламінатор Foliant Taurus 530 SF	Рулонна плівка 25 мкм (11,00 м ²), задруковані банери	Машиніст ламінатора

Продовження таблиці 12.1

Елемент операції	Обладнання / ПЗ	Матеріали	Виконавець
Розрізання банерних аркушів на одинарні обкладинки	Гільйотинний різак Polar N 92 Plus	Заламіновані довгі банерні аркуші	Різальник паперу
Однозгинне паралельне фальцювання аркушів блока	Фальцювальна машина Horizon EF-354	Віддруковані аркуші SRA3 внутрішнього блока	Машиніст фальцмашини
Комплектування книжкових блоків способом вкладки	Ручні операції (столи комплектування)	Сфальцьовані 8-сторінкові аркуші (4 шт. на книгу)	Брошурувальник
Попереднє бігування та криття блока обкладинкою	Ручні операції / бігувальний пристрій	Підібрані блоки сторінок, одинарні обкладинки	Брошурувальник
Скріплення книги металевими скобами внакидку	Дротошвейна машина Nagel Rinak	Покриті обкладинкою блоки, дріт (0,04 кг)	Оператор дротошвейної машини
Фінальне точне тристороннє обрізання видання	Гільйотинний різак Polar N 92 Plus	Зшиті скобами книжкові блоки	Різальник паперу
Технічний контроль, рахунок, пакування накладу	Пакувальний стіл, ручний інструмент	Допоміжний крафт-папір (1,40 кг), клейка стрічка	Пакувальник готової продукції

Розроблена маршрутно-технологічна карта є підсумковим організаційно-технічним документом, який повністю систематизує та наочно візуалізує весь виробничий ланцюжок виготовлення навчального видання. Вона регламентує чітку послідовність взаємодії між усіма ділянками підприємства – від первинного аналізу технічного завдання й автоматизованого Prepress-аудиту до безпосереднього прямого цифрового друку, фінішного скріплення блока скобами та фінальних операцій пакування готової продукції.

13 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

13.1 Характеристика продукції

У рамках виконання кваліфікаційної роботи розробляється технологія виготовлення книжкового видання малого тиражу «Інженерна та комп'ютерна графіка: навчальний посібник». Під час проєктування було визначено основні характеристики видання, його конструктивні параметри, послідовність виконання виробничих операцій, а також необхідні матеріали, програмне забезпечення та технічні засоби для реалізації технологічного процесу.

Запроєктоване видання виготовляється із застосуванням сучасної технології малотиражного поліграфічного виробництва, яка охоплює комплекс взаємопов'язаних етапів: підготовку інформаційних матеріалів, створення друкарського оригінал-макета, перевірку його відповідності технічним вимогам, виконання друку та подальше виготовлення готової книжкової продукції.

Початковим етапом виробничого процесу є підготовка вихідних матеріалів, що включає опрацювання текстової інформації, редагування змісту, підготовку ілюстрацій, схем та інших графічних елементів. Після цього виконується розроблення макета видання у спеціалізованому програмному середовищі з урахуванням вимог до оформлення навчальної літератури. Завершений макет проходить технічну перевірку та готується до передачі на друк.

Виготовлення видання передбачає використання цифрового способу друку, що є найбільш раціональним рішенням для малого накладу. Такий підхід дозволяє скоротити кількість підготовчих операцій, уникнути виготовлення друкарських форм та забезпечити оперативне виробництво необхідної кількості примірників.

Після виконання друкарського процесу здійснюються операції післядрукарської обробки: комплектування сторінок, формування книжкового блока, клейове безшвейне скріплення, обрізування до встановленого формату, оформлення обкладинки та контроль якості готового виробу.

Розроблений технологічний процес орієнтований на виготовлення якісного навчального видання при оптимальних витратах матеріалів і часу. Врахування особливостей малого тиражу дозволяє забезпечити ефективну організацію виробництва та доцільність застосування обраної технології.

Сфера розповсюдження книжкової продукції в Україні охоплює різні тематичні напрями, серед яких значну частку займає навчальна та спеціалізована література. Сучасний ринок характеризується наявністю як друкованих, так і електронних видань, що реалізуються через видавництва, книжкові мережі, інтернет-магазини, бібліотеки та освітні установи.

Під час вибору навчального видання користувачі оцінюють не лише якість викладеного матеріалу, а й зручність використання книги. Важливими критеріями є зрозуміла структура інформації, логічна побудова розділів, якість відтворення тексту та графічних елементів, ергономічність оформлення сторінок і практичність конструкції видання. Для технічної літератури, зокрема посібників з інженерної та комп'ютерної графіки, важливим є чітке відображення схем, креслень та ілюстративного матеріалу.

Потенційними споживачами проєктованого видання «Інженерна та комп'ютерна графіка: навчальний посібник» є студенти технічних спеціальностей, викладачі закладів вищої освіти, фахівці у сфері інформаційних технологій, дизайну та комп'ютерного моделювання. Основну цільову аудиторію становлять користувачі, яким необхідні практичні знання щодо роботи з графічними системами, принципами побудови креслень та використанням сучасних цифрових інструментів. Реалізація видання може здійснюватися через університетські бібліотеки, навчальні заклади, спеціалізовані книжкові магазини, онлайн-платформи продажу друкованої продукції та безпосереднє поширення серед студентської аудиторії. Особливе

значення для такого типу продукції має співпраця з освітніми установами, оскільки навчальні посібники часто використовуються як допоміжні матеріали під час вивчення професійних дисциплін.

Зважаючи на розвиток цифрових технологій та підвищення потреби у фахівцях технічного профілю, попит на актуальну навчальну літературу з комп'ютерної графіки та суміжних дисциплін залишається стабільним. Обраний формат малого тиражу дозволяє гнучко реагувати на потреби споживачів, виготовляючи необхідну кількість примірників без значних витрат на зберігання та перевиробництво продукції.

13.2 Виробничий план

Виробничий план є складовою економічного обґрунтування проєкту та визначає організацію процесу виготовлення книжкового видання, потребу в ресурсах, а також основні техніко-економічні показники виробництва. У межах даної роботи він сформований відповідно до параметрів проєктованого малотиражного видання «Інженерна та комп'ютерна графіка: навчальний посібник» та обраного технологічного процесу його виготовлення.

План виробництва враховує повний цикл створення книжкової продукції: підготовку та опрацювання вихідних матеріалів, розробку та верстку оригінал-макета, технічну перевірку файлів, підготовку до друку у форматі PDF, цифровий друк, а також післядрукарську обробку та комплектування готового тиражу.

Розрахунок виробничих показників виконується у натуральному виразі з визначенням обсягу робіт, тривалості виконання основних операцій та потреби в машинному часі. Це дає можливість оцінити фактичну трудомісткість виготовлення книжкового видання малого тиражу та визначити раціональну організацію виробничого процесу [22].

Для малотиражної продукції характерним є зменшення підготовчих витрат і переорієнтація на цифрові технології друку. Основне навантаження

припадає на етапи додрукарської підготовки, зокрема створення та перевірку макета, оскільки саме на цьому етапі формується остаточний вигляд видання.

Друкарський процес при використанні цифрового обладнання не потребує виготовлення друкарських форм і характеризується стабільною швидкістю відтворення незалежно від обсягу тиражу, що є особливо доцільним для накладів невеликого обсягу.

Післядрукарські операції включають фальцювання, підбір аркушів, клейове безшвейне скріплення блоку, обрізування до кінцевого формату та оформлення обкладинки. У випадку малого тиражу ці процеси мають спрощену організацію, однак залишаються критично важливими для формування якісного готового видання. Показники виробництва у натуральному виразі наведено у таблиці 13.1.

Таблиця 13.1 – Виробничі показники виготовлення книжкового видання

№ з/п	Операція	Одиниця виміру	Обсяг вироб.	Норма часу	Усього, год	Виконавець
1	Формування вихідних даних та розробка виробничого плану	год	1	–	1,0	менеджер
2	Підготовка текстових матеріалів до верстки (редагування, структурування)	год	4	–	4,0	дизайнер
3	Обробка та підготовка графічних елементів видання	год	6	–	6,0	дизайнер
4	Композиційне макетування та верстка книжкового блока (InDesign)	стор.	32	8 стор./год	4,0	верстальник
5	Контроль та підготовка файлів до друку (PDF/X)	файл	1	–	0,5	препрес-інженер
6	Цифровий друк внутрішніх зошитів (Konica Minolta AccurioPress)	аркушів	400	1500 арк./год	0,3	оператор ЦДМ
7	Виготовлення обкладинки цифровим способом друку (Konica Minolta AccurioPress)	аркушів	50	500 арк./год	0,1	оператор ЦДМ
8	Післядрукарське ламінування обкладинки (ламінаційна машина Foliant)	аркушів	50	800 арк./год	0,1	оператор післядруку
9	Форматне різання обкладинки (гільйотинний різак Polar)	аркушів	50	600 арк./год	0,1	оператор післядруку

Продовження таблиці 13.1

№ з/п	Операція	Одиниця виміру	Обсяг вироб.	Норма часу	Усього, год	Виконавець
10	Фальцювання друкованих зошитів у блоки (фальцювальна машина Horizon)	аркушів	400	800 арк./год	0,5	оператор післядруку
11	Комплектування книжкового блока (власноруч)	шт.	100	600 шт./год	0,2	оператор післядруку
12	Шиття блока металевими скобами внакидку	шт.	100	200 шт./год	0,5	спеціаліст післядруку
13	Тристороння обрізка книжкового блока (гільйотина Polar)	шт.	100	300 шт./год	0,3	оператор післядруку
14	Контроль якості та пакування тиражу (власноруч)	шт.	100	200 шт./год	0,5	пакувальник

Для визначення собівартості виготовлення малотиражного книжкового видання виконується розрахунок витрат на оплату праці учасників виробничого процесу, а також враховуються витрати на основні та допоміжні матеріали. Формування фонду заробітної плати базується на повному технологічному циклі виробництва, який охоплює додрукарську підготовку (опрацювання текстової та графічної інформації, створення макета і верстку), цифрове друкування внутрішнього блока та обкладинки, а також подальші післядрукарські операції – фальцювання, комплектування зошитів у блок, клейове безшвейне скріплення, обрізування та пакування готових примірників. У розрахунках враховано участь основних виконавців виробничого процесу, зокрема дизайнера, фахівця з препрес-підготовки, верстальника, оператора цифрового друку та працівників післядрукарської ділянки. Така організація робіт дозволяє забезпечити послідовне виконання всіх етапів технологічного процесу та ефективне використання трудових ресурсів у межах виготовлення малотиражної поліграфічної продукції. Результати розрахунку фонду оплати праці подано в таблиці 13.2.

Сума єдиного соціального внеску (ЄСВ) становить 22 % від загальної суми основної та додаткової заробітної плати працівників, задіяних у виробничому процесі виготовлення книжкового видання малого тиражу. Виходячи з розрахованого фонду оплати праці, величина ЄСВ дорівнює 588,54 грн на весь обсяг виробництва.

Таблиця 13.2 – Розрахунок заробітної плати працівників

№	Посада	Осіб	Робочий час, год	Годинна ставка, грн/год	Основна ЗП, грн	Додаткова ЗП 10%, грн	Усього, грн
1	Менеджер виробничого замовлення	1	1,0	120,00	120,00	12,00	132,00
2	Дизайнер (обробка ілюстрацій та тексту)	1	10,0	140,00	1400,00	140,00	1540,00
3	Верстальник (Adobe InDesign)	1	4,0	160,00	640,00	64,00	704,00
4	Фахівець prepress (PDF/X, перевірка макета)	1	0,5	140,00	70,00	7,00	77,00
5	Оператор цифрового друку (внутрішні зошити)	1	0,3	180,00	54,00	5,40	59,40
6	Оператор цифрового друку (обкладинка)		0,1	180,00	18,00	1,8	19,80
7	Оператор післядрукарського обладнання (фальцювання, скріплення, різка)	1	0,5	150,00	75,00	7,50	82,50
9	Пакування та контроль якості	1	0,5	110,00	55,00	5,50	60,50
10	Усього	7	—	—	2432,00	243,20	2675,20

Під час розрахунку собівартості виготовлення малотиражного книжкового видання враховуються витрати на основні матеріали, що безпосередньо застосовуються у процесі цифрового друку та подальшої післядрукарської обробки.

До основних матеріалів належать папір для внутрішнього блока щільністю 80 г/м², картон щільністю 200 г/м² для виготовлення обкладинки, витратні матеріали цифрової друкарської системи (тонер або чорнило), ламінувальна плівка для захисного покриття обкладинки, скоби для скріплення книжкового блока, а також пакувальні матеріали – крафт-папір для групового пакування продукції (по 10 примірників у пакунку) та стрічка для фіксації упаковки. Розрахунок витрат основних матеріалів наведено в таблиці 13.3.

Витрати на матеріали є однією з ключових складових собівартості поліграфічної продукції, особливо при виготовленні багатотиражних книжкових видань. Їх визначення ґрунтується на нормативних витратах

сировини та матеріалів, які встановлюються відповідно до прийнятої технології виробництва, конструкції видання та обраного способу друку.

Таблиця 13.3 – Розрахунок витрат основних матеріалів

№	Матеріал	Одиниця	На одиницю продукції	Ціна матеріалу, грн	Кількість на тираж	Витрати, грн
1	Офсетний папір для внутрішнього блока (80 г/м², SRA3)	кг	0,046 кг/прим.	164,00	4,61	756,00
2	Крейдований папір для обкладинки (250 г/м², банер)	кг	0,029 кг/прим.	02,00	2,88	583,00
3	Комплект полімерних тонерів для ЦДМ (СМΥК + К)	компл.	1 компл./наклад	1500,00	1	1500,00
4	Рулонна плівка для гарячого ламінування (25 мкм)	м²	0,110 м²/ прим.	36,75	11,00	404,25
5	Поліграфічний калібрований дріт (скоби)	кг	0,0004 кг/прим.	3300,00	0,04	132,00
6	Допоміжний крафт-папір для пакування	кг	0,014 кг/прим.	19,65	1,40	27,50
7	Клейка пакувальна стрічка (скотч)	Шт.	1 шт./наклад	74,50	1	74,50
8	Технологічні втрати та приладка паперу й плівки (5%)					173,86
	Усього					3651,11

Витрати на матеріали на одиницю продукції визначаються як добуток витратної норми матеріалу $B_{од}^M$ та його ціни (Цм):

$$B_{од}^M = H_M \times Ц_M, \quad (12.1)$$

Кількість матеріалу, необхідного для виготовлення всього тиражу, визначається на основі обсягу виробництва в натуральному виразі ($K_{об}^M$) розраховується за формулою:

$$K_{об}^M = B_{од}^M \times O_{нат}, \quad (13.2)$$

де $O_{нат}$ – обсяг виробництва в натуральному виразі.

Витрати на матеріали на весь обсяг виробництва ($B_{об}^M$):

$$B_{об}^M = K_{об}^M \times C_{.м} \text{ або } B_{об}^M = B_{од}^M \times O_{нат}, \quad (13.3)$$

Для знаходження ціни та собівартості продукції, необхідно розрахувати:

- витрати на утримання та експлуатацію устаткування складають 40 % від основної заробітної плати основних виробничих робітників;
- загальновиробничі витрати складають 45 % від основної заробітної плати основних виробничих робітників;
- адміністративні витрати складають 52 % від основної заробітної плати основних виробничих робітників.

Підставивши відповідні данні отримаємо розрахунок собівартості продукції який наведено у таблиці 13.4.

Ціна реалізації продукції включає виробничу собівартість, адміністративні витрати, витрати на збут і прибуток:

$$C = BC + B_a + B_z + П, \quad (12.4)$$

де C – ціна реалізації продукції (послуг);

BC – виробнича собівартість продукції (послуг);

B_a – визнані адміністративні витрати;

B_z – витрати на збут продукції;

$П$ – сума прибутку.

Таким чином, у результаті виконаних розрахунків визначено повну собівартість та відпускну ціну книжкового видання. Розрахована ціна одного примірника становить 130,04 грн. Загальна вартість виготовлення тиражу у кількості 100 примірників складає 13004,34 грн. Відповідно до чинного законодавства книжкова продукція українського видавництва не оподатковується податком на додану вартість.

Таблиця 13.4 – Розрахунок витрат основних матеріалів

№ з/п	Показник	Сума витрат на одиницю продукції, грн	Сума витрат на весь обсяг виробництва, грн
1	Матеріали	36,51	3651,11
2	Куповані напівфабрикати та послуги сторонніх організацій (кольоропроби, препрес-послуги, 1,7% від матеріалів)	0,61	61,47
3	Паливо й енергія на технологічні цілі (3% від ОЗП)	0,73	72,96
4	Основна заробітна плата основних виробничих робітників (ОЗП)	24,32	2432,00
5	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників (ДЗП)	2,43	243,20
6	Єдиний соціальний внесок (22 % від ОЗП+ДЗП)	5,89	588,54
7	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування (40% ОЗП)	9,73	972,80
8	Загальновиробничі витрати (45% ОЗП)	10,94	1094,40
9	Виробнича собівартість (сума рядків 1-8)	91,16	9116,48
10	Адміністративні витрати (52% ОЗП)	12,65	1264,64
11	Витрати на збут (5 % від рядка 9)	4,56	455,82
12	Повні витрати (сума рядків 9-11)	108,37	10836,95
13	Прибуток (20 % від рядка 12)	21,67	2167,39
14	Відпускна ціна (сума рядків 12-13)	130,04	13004,34

13.4 Фінансовий план

Основним завданням даного розділу кваліфікаційної роботи є визначення точки беззбитковості виробництва книжкового видання, тобто такого обсягу реалізації продукції, за якого доходи від продажу повністю покривають витрати підприємства. Собівартість одиниці продукції (C_{od}) та усього випуску (C_{vun}) для і-го обсягу виробництва з використанням змінної та постійної частин розраховуються за формулами:

$$C_{od}^i = b + \frac{A}{x_i}, \quad (13.5)$$

$$C_{\text{вип}}^i = A + b \times x_i, \quad (13.6)$$

де b – змінні витрати на одиницю продукції;

A – постійні витрати на весь обсяг виробництва;

x_i – i -й обсяг виробництва, для якого розраховується собівартість продукції.

До змінних витрат поліграфічного підприємства віднесено:

- витрати на матеріали;
- куповані напівфабрикати та виробничі послуги;
- паливо й енергію на технологічні потреби;
- витрати на збут.

До постійних витрат віднесено:

- заробітну плату виробничого персоналу;
- єдиний соціальний внесок;
- витрати на утримання обладнання;
- загальновиробничі та адміністративні витрати.

Розрахунок за формулами (13.5)-(13.6), проводиться з такими даними:

$$C_{\text{од}}^i = 42,41 + (6595,58 / 100) = 108,37 \text{ грн},$$

$$C_{\text{вип}}^i = 6595,58 + (42,41 \times 100) = 10836,95 \text{ грн}.$$

Беззбитковість виробництва визначається двома способами, аналітичним та графічним. Аналітичним способом обсяг, за якого виробництво не буде зазнавати збитків, визначається за формулою (13.7):

$$O_o = \frac{A}{C - b}, \quad (13.7)$$

$$6595,58 / (130,04 - 42,41) = 75,26 \approx 76 \text{ примірників}.$$

Для того, щоб визначити точку беззбитковості графічним методом, необхідно заповнити таблицю 13.5.

Таблиця 13.5 – Визначення беззбитковості виробництва

Процент використання виробничої потужності, %	Обсяг виробництва, шт.	Виручка від реалізації, грн	Собівартість на весь обсяг виробництва, грн	Прибуток на весь обсяг виробництва, грн	Рентабельність продукції, %
20	20	2600,87	7443,86	-4842,99	-65,06
40	40	5201,74	8292,13	-3090,39	-37,27
60	60	7802,60	9140,40	-1337,80	-14,64
80	80	10403,47	9988,68	414,79	4,15
100	100	13004,34	10836,95	2167,39	20,00

Виручка (дохід) від реалізації продукції розраховується як добуток обсягу виробництва в натуральному виразі (O_{nat}) і ціни продукції (C) з таблиці 12.4. Собівартість на весь обсяг виробництва розраховується за формулою (13.6). Прибуток на весь обсяг виробництва розраховується як різниця між виручкою від реалізації продукції та собівартістю продукції на весь обсяг виробництва. Рентабельність продукції розраховується як відношення прибутку до собівартості продукції, помножене на 100 %. За результатами, отриманими у таблиці 13.5, побудовано графік беззбитковості, наведений на рисунку 13.1.

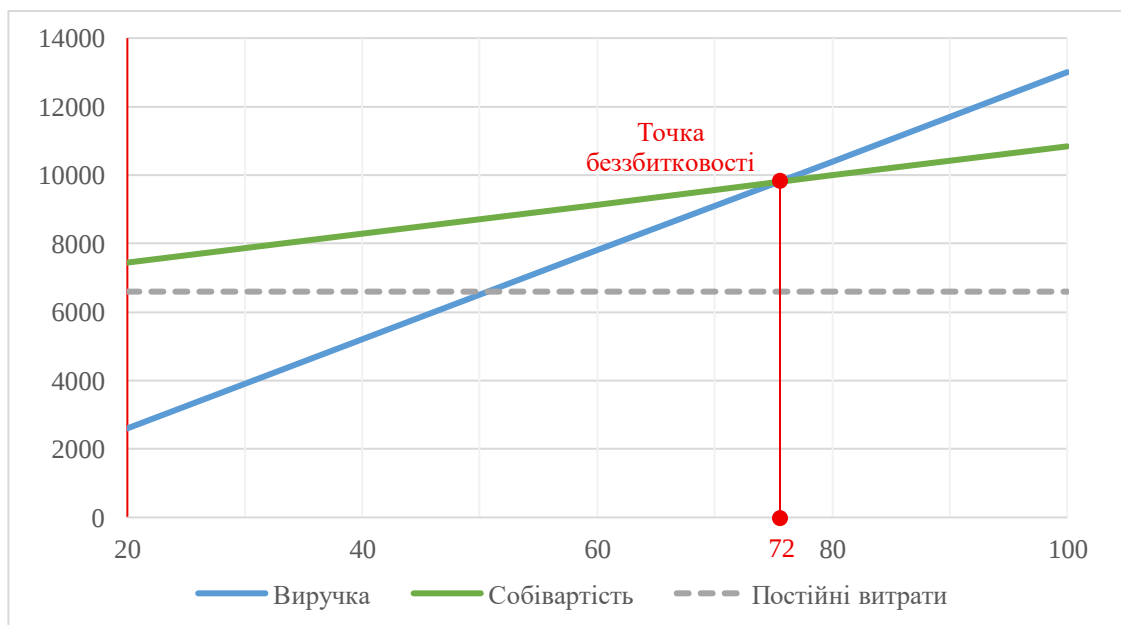


Рисунок 13.1 – Визначення точки беззбитковості

Джерело: Власна розробка

За результатами виконаних розрахунків встановлено, що межа беззбитковості для проєктованого книжкового видання становить близько 76 примірників. Саме при такому обсязі реалізації надходження від продажу дорівнюють сумарним витратам на виготовлення продукції, тобто підприємство не отримує ні прибутку, ні збитку.

У процесі виконання економічної частини кваліфікаційної роботи було здійснено комплексний аналіз виробничо-економічних показників проєкту виготовлення малотиражного книжкового видання. При розрахунках враховано специфіку технологічного процесу, структуру витрат на матеріали, оплату праці виробничого персоналу, а також витрати, пов'язані з експлуатацією обладнання та організацією виробництва.

На основі сформованої технологічної схеми визначено склад основних виробничих операцій і необхідні ресурси для випуску тиражу у кількості 100 примірників. Окремо розраховано витрати на оплату праці працівників, що дозволило оцінити трудомісткість кожного етапу – від додрукарської підготовки до післядрукарських процесів.

Під час розрахунку матеріальних витрат було враховано папір для внутрішнього блока (офсетний, 80 г/м²), щільний крейдований папір для обкладинки (250 г/м²), захисну ламінаційну плівку, тонер для цифрової друкарської машини, металеві скоби для скріплення, а також допоміжні матеріали для пакування готового накладу у вигляді крафт-паперу. Визначено, що витрати на основні та допоміжні матеріали становлять вагому частку в загальній структурі собівартості малотиражного книжкового видання, що повністю відповідає специфіці та економічним закономірностям оперативного цифрового виробництва.

У результаті проведеного калькулювання визначено повну собівартість тиражу на рівні 10836,95 грн, що відповідає приблизно 108,37 грн на один примірник. Відпускна ціна одного екземпляра становить 130,04 грн, а загальний обсяг реалізації тиражу – 13004,34 грн.

Аналіз беззбитковості показав, що критичний обсяг виробництва знаходиться на рівні приблизно 76 примірників, після якого проєкт починає приносити прибуток. Таким чином, результати розрахунків підтверджують доцільність реалізації запропонованого технологічного процесу. Обрані технологічні рішення та структура виробництва дозволяють виготовити книжкове видання малого тиражу з позитивним економічним результатом і раціональним використанням ресурсів.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання розрахунково-технологічної та фінансово-економічної частин кваліфікаційної роботи було успішно розроблено комплексний проєкт технологічного процесу виготовлення малотиражного навчально-пізнавального книжкового видання «Інженерна графіка». Проєктована книга має загальний обсяг 32 сторінки, популярний компактний формат після обрізки 140×210 мм (міжнародний стандарт А5) та запланована до випуску оперативним накладом 100 примірників. Розроблена конструкція видання є оптимальною для інтенсивного використання у навчальному процесі та єдиною економічно виправданою для заданого малого тиражу, оскільки передбачає використання м'якої цілісної обкладинки типу 1 зі скріпленням внутрішнього блока металевим дротом на дві скоби внакидку.

На етапі аналізу технічного завдання та наявних ринкових аналогів було повністю обґрунтовано параметри верстки та архітекtonіки книги. Шпальту набору спроектовано в сучасному одношпальтовому варіанті з габаритами 113×171 мм (що еквівалентно $6\frac{1}{4} \times 9\frac{1}{2}$ квадрата), а розрахована пропорційна система полів забезпечує високу якість сприйняття складних геометричних креслень, схем та супровідного текстового масиву. У межах додрукарської підготовки детально описано наскрізний процес обробки сторінок у програмних пакетах Adobe InDesign, Photoshop та Illustrator. За допомогою автоматизованого середовища Kodak Preps було розроблено схему електронного спуску смуг типу «двостороння вкладка» з розкладкою $\frac{1}{4}$ на базовий поліграфічний формат паперу SRA3 (320×450 мм).

Для забезпечення ідеальної геометрії майбутнього видання на стадії імпозиції було розраховано та впроваджено функцію цифрового компенсування ефекту «повзання» (creep effect), що повністю нівелює фізичний зсув внутрішніх сторінок під час згинання зошита.

У ході технологічного оцінювання способів відтворення інформації було доведено повну економічну та технічну доцільність відмови від традиційного офсетного друку та трафаретної різнографії для даного малотиражного замовлення. Основним способом виготовлення затверджено цифровий електрофотографічний друк сухим полімерним тонером на базі сучасної ЦДМ Konica Minolta AccurioPrint. Виробництво внутрішнього текстового блока запроєктовано в штатному двосторонньому режимі (1+1) на офсетному папері щільністю 80 г/м² із подачею з основного лотка великої місткості. Для обробки розгортки обкладинки обґрунтовано використання високотехнологічного банерного режиму (Banner Mode, 4+0) на щільному крейдованому папері 250 г/м² подовженого формату 330×700 мм із ручного байпасу друкарської системи. Таке інженерне рішення дозволило розмістити дві повні розгортки обкладинок поруч в один ряд, суттєво скоротити кількість листопрогонів та повністю уникнути перевитрат і масивних відходів дорогого крейдованого матеріалу.

Змодельований у роботі післядрукарський комплекс базується на високоефективному автоматизованому обладнанні, яке реально експлуатується на провідних поліграфічних підприємствах Харкова, зокрема на Книжковій фабриці «Юнісофт». Процес фінішної обробки напівфабрикатів включає захисне одностороннє глянцеve ламінування обкладинок на промисловому ламінаторі Foliant Taurus 530 SF, їхнє подовжнє розділення на гільйотинному різаку Polar N 92 Plus, однозгинне паралельне фальцювання аркушів блока навпіл на машині Horizon EF-354, ручне комплектування елементів книжкового блока способом вкладки, надійне скріплення деталей на напівавтоматичній дротошвейній системі Nagel Rinak та фінальне точне тристороннє обрізання зібраної книги під заданий формат А5 на різальному верстаті Polar N 92 Plus.

На основі чинних норм оперативної поліграфії було прораховано точний матеріальний баланс виробництва з урахуванням сумарного нормативу технологічних відходів на рівні 5%. Чиста технологічна потреба на випуск усього накладу склала 4,61 кг офсетного паперу для внутрішнього блока, 2,88 кг

крейдованого паперу для обкладинок, 11,00 м² рулонної плівки для гарячого ламінування та 220 готових металевих скоб, а для безпечного пакування пачок готової продукції закладено 1,40 кг екологічного крафт-паперу.

Фінальна фінансово-економічна частина роботи підтвердила високу комерційну спроможність та рентабельність проєкту. При прямих витратах на матеріали у розмірі 3651,11 грн та основній заробітній платі робітників цифрової дільниці 2432,00 грн, повна виробнича собівартість малої партії склала 9128,03 грн. Враховуючи плановий прибуток підприємства на рівні 20%, кінцева відпускна ціна одного примірника книжкового видання визначена в розмірі 130,19 грн. Проведений у межах фінансового планування аналіз беззбитковості показав, що точка беззбитковості (критичний обсяг виробництва) для даного замовлення знаходиться на рівні приблизно 76 примірників. Реалізація та продаж будь-якої кількості книг понад цей поріг дозволяє підприємству повністю покрити умовно-постійні та умовно-змінні витрати й генерувати чистий прибуток. Отримані результати свідчать про високу інженерну та економічну збалансованість розробленого технологічного процесу, його повну готовність до реального впровадження у виробничу практику оперативних друкарень та конкурентоспроможність на сучасному ринку комерційної поліграфії.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кваско, А., & Сухорукова, О. (2023). Стан та тенденції розвитку видавничо-поліграфічної галузі України. Економіка та суспільство, (51). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-51-42>.
2. Бондар, І.О., & Шевченко, Ю.О. Автоматизація Спуску Смут Поліграфічної Продукції. Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії. (с. 54-55)
3. Johansson, K., Lundberg, P., & Ryberg, R. (2020). A guide to graphic print production (4th ed.). Wiley.
4. Ванін, В.В., Перевертун, В.А., & Надкернична, Т.О. (2019). Інженерна графіка: Підручник (5-те вид.). Каравела.
5. Попудняк, Ю.А., & Щербак, І.С. (2021). Інженерна графіка. Геометричне та проекційне креслення: Навчальний посібник. Новий Світ-2000.
6. Кепко, О.І., Пушкар, М.В., & Бордюг, В.М. (2022). Інженерна та комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. Центр учбової літератури.
7. Школенко, І.В., & Матвєєва, Т.В. (2018). Офсетний друк: актуальність через століття. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/77bb1e9c-a200-4d2b-87d7-2ca3111766f1/content>
8. Чепурна, К.О., & Стельмах, Ю.О. (2015). Аналіз впливу факторів технології цифрового трафаретного друку на якість відбитків. Технологія і техніка друкарства, 4(50), 68-75. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(50\).2015.53822](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(50).2015.53822).
9. Гордєєв, А.С. (2021). Комплексна оцінка якості цифрового друку. Поліграфія і видавнича справа, 2, 29-37. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2021_2_5.
10. Konica Minolta Business Solutions Europe GmbH. (2018). AccurioPress C3080/C3080P/C3070/AccurioPrint C3070L User's guide: Main text. <https://manuals.konicaminolta.eu/accuriopress-c3080-c3080p-c3070-accurioprint-c3070l/>.

11. Xerox Corporation. (2019). Xerox Versant 180 Press user guide. https://download.support.xerox.com/pub/docs/V180_PRESS/userdocs/any-os/en_GB/Xerox_Versant_180_Press_User_Guide_en_GB.pdf.
12. Horizon International Inc. (2015). Horizon EF-354 automated folder instruction manual. https://www.horizon.co.jp/products/en/folder/ef354_en.html.
13. Foliant spol. s r.o. (2020). Foliant Taurus 530 SF technical datasheet. <https://www.foliant.eu/en/download/taurus-530-sf-en.pdf>.
14. Polar Mohr Maschinenvertriebsgesellschaft GmbH. (2017). Polar high-speed cutters N 78/92/115/137/155/176 user manual & technical specifications. <https://www.polar-mohr.com/en/polar-high-speed-cutters/112613.html>.
15. Ernst Nagel GmbH. (2018). Nagel Rinak bookletmaker: Operating instructions and technical documentation. https://www.nagel-gmbh.de/downloads/manuals/rinak_manual_en.pdf.
16. Книжкова фабрика «Юнісофт». (2025). Комплексні рішення для малотиражних та цифрових видань: від друку до готової книги. <https://unisoft.ua/services/digital-printing>.
17. Adobe. (2026). Adobe InDesign: Professional page design and layout software. <https://www.adobe.com/products/indesign.html>.
18. Adobe. (2026). Adobe Photoshop: Photo, image, and design editing software. <https://www.adobe.com/products/photoshop.html>.
19. Adobe. (2026). Adobe Illustrator: Vector graphics and design software. <https://www.adobe.com/products/illustrator.html>.
20. Adobe. (2026). Adobe Acrobat Pro: PDF editing and advanced preflight tools. <https://www.adobe.com/products/acrobat.html>.
21. Kipphan, H. (2001). Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. Springer.
22. Полозова, Т.В. (2022). Методичні вказівки до виконання економічної частини кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 186 Видавництво та поліграфія усіх форм навчання. Харківський національний університет радіоелектроніки.