



Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ Комп'ютерних наук \_\_\_\_\_  
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)

« 07 » червня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові \_\_\_\_\_ Дьяконовій Ірині Сергіївні \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Створення серії фігурних дерев'яних пазлів,  
розробка технології їх виготовлення \_\_\_\_\_

Затверджена наказом по університету від \_\_\_\_\_ 07.06.21 р. № 787 Ст \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_ 16 червня 2021 р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи

Вид продукції: дерев'яний пазл; формат готового виробу: 210×300 мм; фарбовість: 5+0;  
спосіб друку: цифровий; тираж: 1 екземпляр. \_\_\_\_\_

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Вступ; 1 Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу; 2 Аналітичний огляд літератури та аналогів за темою кваліфікаційної роботи; 3 Дослідження споживчого попиту, визначення цільової аудиторії; 4 Розробка технологічної схеми виготовлення дерев'яних пазлів; 5 Аналіз та обґрунтування способів друку, технологічних процесів; 6 Вибір та обґрунтування необхідного програмного забезпечення; 7 Розробка серії макетів фігурних пазлів; 8 Особливості підготовки зображень до друку; 9 Обґрунтування вибору обладнання; 10 Вибір і розрахунок основних матеріалів; 11 Маршрутно-технологічна карта; Економічне обґрунтування роботи; Висновки.

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

Мета роботи; Вихідні дані; Поняття пазлу; Маркетингове дослідження споживчого попиту на подарункову продукцію; Цільова аудиторія; Технологічна схема виготовлення дерев'яних пазлів; Створення макетів; Вибір програмного забезпечення; Вибір обладнання; Маршрутно-технологічна карта; Розрахунок собівартості і ціни продукції; 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	ст. викл. Бокарева Ю.С.		
Економічна частина	проф. Полозова Т.В.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	07.06.2021	вик.
2	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу	07.06.2021	вик.
3	Аналітичний огляд літератури та аналогів за темою кваліфікаційної роботи	07.06.2021	вик.
4	Дослідження споживчого попиту, визначення цільової аудиторії	08.06.2021	вик.
5	Розробка технологічної схеми виготовлення дерев'яних пазлів	08.06.2021	вик.
6	Аналіз та обґрунтування способів друку, технологічних процесів	08.06.2021	вик.
7	Вибір та обґрунтування необхідного програмного забезпечення	09.06.2021	вик.
8	Розробка серії макетів фігурних пазлів	09.06.2021	вик.
9	Особливості підготовки зображень до друку	10.06.2021	вик.
10	Обґрунтування вибору обладнання	10.06.2021	вик.
11	Вибір і розрахунок основних матеріалів	11.06.2021	вик.
12	Маршрутно-технологічна карта	12.06.2021	вик.
13	Економічна частина	13.06.2021	вик.
14	Оформлення пояснювальної записки	14.06.2021	вик.
15	Оформлення графічної частини	15.06.2021	вик.

Дата видачі завдання 07 червня 2021 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Дьяконова І.С.

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

ст. викл. Бокарева Ю.С.  
(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 81 с., 14 ч., 13 табл., 14 рис., 3 дод., 36 джерел.

ПОДАРУНКОВА ПРОДУКЦІЯ, ДЕРЕВ'ЯНИЙ ПАЗЛ, МАКЕТ, МАРКЕТИНГОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ, УФ-ДРУК, ЛАЗЕРНЕ РІЗАННЯ, ЕКОЛОГІЧНІСТЬ.

Мета кваліфікаційної роботи – створення серії тематичних фігурних дерев'яних пазлів для друку індивідуальних зображень та розробка технології їх виготовлення.

Об'єкт дослідження – технологія друку на дереві, особливості розробки та виготовлення дерев'яних пазлів.

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра створена серія макетів тематичних фігурних пазлів та розроблена технологія їх виготовлення. Проведене маркетингове дослідження споживчого попиту та визначена цільова аудиторія. Обґрунтовано вибір необхідного обладнання та програмного забезпечення. Здійснений вибір та виконаний розрахунок основних матеріалів, необхідних для виготовлення індивідуальної продукції. Виконано економічне обґрунтування проекту, розраховані собівартість і ціна продукції.

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка квалификационной работы содержит: 81 с., 14 ч., 13 табл., 14 рис., 3 прилож., 36 источников.

ПОДАРОЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ, ДЕРЕВЯННЫЙ ПАЗЛ, МАКЕТ, МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, УФ-ПЕЧАТЬ, ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ.

Цель квалификационной работы – создание серии тематических фигурных деревянных пазлов для печати индивидуальных изображений и разработка технологии их изготовления.

Объект исследования – технология печати на дереве, особенности разработки и изготовления деревянных пазлов.

В данной квалификационной работе бакалавра создана серия макетов тематических фигурных пазлов и разработана технология их изготовления. Проведено маркетинговое исследование потребительского спроса и определена целевая аудитория. Обоснован выбор необходимого оборудования и программного обеспечения. Проведен выбор и выполнен расчет основных материалов, необходимых для изготовления индивидуальной продукции. Выполнено экономическое обоснование проекта, рассчитаны себестоимость и цена продукции.

## ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work contains: 81 p., 14 pt., 13 tabl., 14 pic., 3 app., 36 sources.

GIFT PRODUCTS, WOODEN PUZZLE, LAYOUT, MARKETING RESEARCH, UV PRINTING, LASER CUTTING, ENVIRONMENTALITY.

The purpose of the qualification work is to create a series of thematic figured wooden puzzles for printing individual images and to develop the technology of their production.

The object of research is the technology of printing on wood, features of development and production of wooden puzzles.

In this qualifying work of the bachelor a series of models of thematic figured puzzles is created and the technology of their production is developed. The marketing research of consumer demand is carried out and the target audience is defined. The choice of the necessary equipment and software is substantiated. The selection and calculation of the basic materials required for the manufacture of individual products. The economic substantiation of the project is executed, the prime cost and the price of production are calculated.

## ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ .....	12
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА АНАЛОГІВ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	14
2.1 Визначення подарункової сувенірної продукції .....	14
2.2 Технології брендування сувенірної та подарункової продукції .....	15
2.3 Визначення пазлу, види та особливості .....	17
2.4 Тренд на екологічність .....	19
2.5 Аналіз аналогів .....	21
2.5.1 Пазли від компанії «Leechee» .....	21
2.5.2 Пазли від компанії «Wortex Woods».....	21
2.5.3 Пазли від компанії «EnjoyTheWood» .....	23
2.5.4 Пазли від компанії «Davicy» .....	23
3 ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ, ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛЬОВОЇ АУДИТОРІЇ.....	26
3.1 Дослідження споживчого попиту.....	26
3.2 Визначення цільової аудиторії.....	32
4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПАЗЛІВ .....	34
5 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ДРУКУ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	38
5.1 Порівняльний аналіз сублимаційного та УФ-друку .....	39
5.2 Технологія лазерного різання та гравіювання.....	44
6 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	48
6.1 Вибір програмного забезпечення для створення макетів .....	48
6.2 Вибір програмного забезпечення для обробки та підготовки зображень.....	49

7 РОЗРОБКА СЕРІЇ МАКЕТІВ ФІГУРНИХ ПАЗЛІВ .....	51
8 ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗОБРАЖЕНЬ ДО ДРУКУ .....	53
9 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ.....	55
9.1 Вибір додрукарського обладнання.....	55
9.2 Вибір друкарського пристрою .....	56
9.3 Післядрукарське обладнання .....	59
10 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	62
10.1 Вибір фанери.....	62
10.2 Вибір ґрунтівки .....	65
10.3 Вибір фарби.....	67
10.4 Розрахунок матеріалів для виготовлення дерев'яних пазлів .....	70
11 МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА.....	71
12 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ .....	73
12.1 Характеристика продукції .....	73
12.2 Оцінка ринків збуту .....	73
12.3 Конкуренція .....	74
12.4 Стратегія маркетингу .....	75
12.5 Виробничий план .....	76
ВИСНОВКИ .....	81
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	83
ДОДАТОК А Анкета для дослідження споживчого попиту . <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
ДОДАТОК Б Серія макетів дерев'яних пазлів ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
ДОДАТОК В Приклад готового пазлу..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	

## ВСТУП

В Україні існує багато свят та подій, на які люди звикли робити подарунки. Перед кожним стає вибір: обрати практичний подарунок у вигляді грошей чи техніки або зробити оригінальний унікальний подарунок, що залишить гарні враження та емоції. Але з часом стає важко обрати чи вигадати ідею для подарунка.

Протягом багатьох років з'являлася велика кількість сувенірної продукції, яка створюється поліграфічним способом. Найпопулярнішими видами такої індивідуальної подарункової продукції є друк картин або колажів на полотнах, друк зображень на різному одязі, сумках, посуді, пазлах, магнітах тощо. Але це існує так давно, що такі подарунки вже мало кого дивують та захоплюють.

Актуальність даної роботи полягає у потребі створення нової, унікальної, цікавої та оригінальної подарункової продукції на найпопулярніші свята та для різних отримувачів з метою задоволення потреб споживачів, поєднуючи екологічність та довговічність з використанням сучасних технологій.

Метою роботи є створення серії тематичних фігурних дерев'яних пазлів для друку індивідуальних зображень та розробка технології їх виготовлення.

Для досягнення мети необхідно виконати такі поставлені завдання:

- провести аналіз технічного завдання;
- провести аналітичний огляд сучасних поліграфічних технологій в області виготовлення сувенірної продукції;
- провести аналіз аналогів;
- провести дослідження споживчого попиту на подарункову продукцію;
- визначити цільову аудиторію;

- розробити технологічну схему виготовлення дерев'яних пазлів;
- обрати спосіб друку;
- підібрати програмне забезпечення;
- розробити макети пазлів для лазерного різання;
- описати особливості обробки зображень;
- підібрати обладнання для виготовлення;
- обрати та розрахувати матеріали;
- скласти маршрутно-технологічну карту;
- провести економічні розрахунки;
- виготовити пазл.

На першому етапі необхідно провести аналіз завдання на кваліфікаційну роботу, а саме проаналізувати вимоги до виготовлення продукції та сформулювати вихідні дані до проектування.

Другий розділ роботи містить стислий аналітичний огляд літератури за темою роботи та аналіз аналогів дерев'яних пазлів.

У третьому розділі описується дослідження споживчого попиту на подарункову продукцію, на основі аналізу отриманих результатів визначається цільова аудиторія.

У четвертому розділі описуються основні етапи виробництва та розробляється технологічна схема виготовлення дерев'яних пазлів.

П'ятий розділ містить обґрунтування вибору технології друку, техніки та матеріалів, необхідних для реалізації технічного завдання.

У шостому розділі аргументується вибір інструментальних програмних засобів для створення макетів та обробки зображень.

Сьомий розділ містить опис процесу розробки макетів для лазерного різання та складання вимог до них.

У восьмому розділі описуються особливості підготовки зображень та фотографій до друку в залежності від обраної технології.

У дев'ятому розділі приймається рішення щодо вибору додрукарського, друкарського та післядрукарського обладнання, що

використовується при виготовленні продукції.

Десятий розділ описує характеристики основних матеріалів, які використовуються у процесі виготовлення, проводиться вибір та обґрунтування таких матеріалів.

Одинадцятий розділ відображає всі операції технологічного процесу у послідовному порядку, а також характеристики використовуваного обладнання, матеріалів і програмного забезпечення.

Останнім розділом є розрахунок економічної частини, де обґрунтовується доцільність виготовлення продукції, розраховується собівартість та встановлюється ціна за одиницю продукції.

Готова робота може застосовуватися для виготовлення індивідуальних замовлень з метою отримання прибутку на підприємствах, які займаються УФ-друком та лазерною різкою або для створення власного інтернет-магазину екологічних та довговічних подарунків – пазлів з дерева.

## 1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Не дивлячись на різноманітність товарів та послуг на ринку, іноді досить важко здивувати своїх близьких, подарувавши щось цікаве, що стане унікальним виробом і залишиться напам'ять не просто як сувенірна продукція, а й матиме змогу зацікавити та розважити як малих, так і дорослих. Велике розмаїття товарів змушує вигадувати нові маркетингові та рекламні ходи. Тому при розробці будь-якої поліграфічної продукції, в тому числі і подарункової, також необхідно вигадувати оригінальні рішення, які дозволять виділити товар серед аналогічної продукції. Слід звернути увагу, що з кожним роком екологічні матеріали та товари набирають популярності серед багатьох. Тому дерев'яні тематичні пазли стануть відмінним подарунком до різних свят і просто пам'ятною річчю для себе та близьких. Аромат і текстура дерева підкреслять натуральність, а принт у вигляді індивідуального зображення, яке необхідно зібрати з деталей, подарує яскраві враження та емоції.

На етапі аналізу технічного завдання необхідно розглянути вихідні дані до проектування. Аналіз і вибір оптимальних рішень можна розділити на три основних етапи: збір інформації, аналіз зібраної інформації та безпосередньо розробка оптимальної технології для виготовлення макетів.

Завданням кваліфікаційної роботи є розуміння принципів створення макету, вибору матеріалу, підготовки до друку і реалізація шляхом проектування технології виготовлення.

У кваліфікаційній роботі необхідно розробити серію макетів пазлів різної тематики, дослідити споживчий попит на таку продукцію та виявити цільову аудиторію, проаналізувати принципи розробки макетів пазлів, описати технологічний процес друку по дереву та виготовлення пазлів на лазерному станку.

Розроблюваний проект відрізняється оригінальністю і простотою

виконання, що дозволить виготовити якісний товар з використанням мінімальної кількості часу.

Основними вимогами при розробці макетів є:

- оригінальність форми деталей;
- відповідність елементів тематиці;
- якісна підготовка растрових зображень до друку.

Технологія виготовлення повинна бути сучасною, з правильним вибором способу друку та комплектом обладнання для можливості подальшої реалізації. Також необхідно підібрати витратні матеріали, які підкреслять екологічність та якість товару, розробити технологічну схему виготовлення пазлів та маршрутно-технологічну карту даного технологічного процесу.

Вихідними даними до проектування є:

- вид продукції – сувенірна;
- тираж – 1 екземпляр;
- формат готового пазлу – 210×300 мм;
- матеріал виробу – дерево;
- товщина матеріалу – 6 мм;
- формат файлу макету різки – векторний;
- кількість деталей в пазлі – 100-130 штук;
- спосіб друку – цифровий;
- кольоровість – 5+0;
- пакування – натуральна тканина (мішковина).

Важливим етапом при проектуванні є розрахунок кількості матеріалів, необхідних для виготовлення пазлу. А також потрібно виконати економічне обґрунтування проекту.

Для отримання на виході якісного продукту на кожному етапі технологічного процесу виготовлення дерев'яних пазлів необхідно передбачити контроль якості матеріалів, процесів і готової продукції.

Результатом роботи мають бути 4 макети пазлів різної тематики розміром 21×30 см у векторному форматі, а також розроблена технологія виготовлення з обранням способу друку та обладнання.

## 2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА АНАЛОГІВ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

### 2.1 Визначення подарункової сувенірної продукції

Майже всі люблять отримувати подарунки. Подарунок – це річ, яку дарувальник за власним бажанням безплатно віддає у володіння іншої особи з метою задовольнити її вподобання. Зазвичай, вручення подарунка пов'язане з відповідною нагодою: певною подією, звичаєм або святом [1].

Сувенір – найпопулярніший вид подарунку у всіх країнах світу. Його підносять рідним, друзям, вчителям, колегам, клієнтам і керівникам. Зазвичай подарунок вибирають виходячи із захоплень, статі і віку героя свята, а корпоративний сувенір стає втіленням іміджу і місії компанії. Одним з видів сувенірів є тематичний. До цього виду відносять подарунки до сімейних та державних свят чи для представників конкретних професій [2].

Сувенірна продукція – це вид виробів, які використовуються в якості подарунків, призів, роздавальних матеріалів в рекламних кампаніях, а також у вигляді корпоративних і бізнес-сувенірів, найчастіше з нанесенням логотипу або фірмового стилю замовника на самому продукті або його упаковці.

До сучасних видів сувенірної продукції можна віднести: предмети одягу (футболки, кепки), посуд, предмети інтер'єру (ваза, настінний годинник), товари для офісу (підставка або коврик для миші), календарі, щоденники, портмоне, сумки, брелоки, сувеніри, іграшки.

Звичайно, часто люди стикаються з труднощами при виборі подарунку. Адже хочеться, щоб близька людина, розгорнувши подарунок, зраділа, щоб

відчула тепло і увагу, зрозуміла, що ви купили не першу-ліпшу річ, а довго і ретельно її вибирали. Тому так важливо правильно вибрати цікавий подарунок.

Таким чином, можна зробити висновок, що тематичні фігурні пазли, які проєктуються, є прикладом подарунково-сувенірної продукції для індивідуальних замовлень.

## 2.2 Технології брендування сувенірної та подарункової продукції

Особливостями сучасної поліграфічної промисловості є високий технічний рівень і динаміка розвитку. Для підтримки такого рівня вона постійно користується новітніми досягненнями електроніки, оптики, хімії, теорії управління. Все це дозволяє віднести поліграфію до області високих технологій. Динаміка розвитку характеризується наявністю широкого спектру темпів оновлення для різних стадій і процесів виробництва.

Сучасні технології дозволяють наносити індивідуальні зображення практично на будь-які предмети і будь-яким тиражем: від бізнес-сувенірів (папки, портфелі, органайзери, планінги) і функціональних предметів (ручки, запальнички, брелоки, кружки, пакети) до футболок, полотен, прапорів і транспарантів.

Існує досить багато різних технологій нанесення зображень на сувенірну або подарункову продукцію. Вибір того чи іншого способу залежить в першу чергу від самого предмету, матеріалу, форми, його призначення, а також тиражу. Нижче описано основні технології, які використовуються для виготовлення сувенірної та подарункової продукції [3].

Шовкографія. Суть даної технології полягає в продавлюванні фарби через дрібнопористу сітку за певним трафаретом. За один прокат можна нанести одну фарбу. Використовується для нанесення зображення на плоскі, рідше циліндричні поверхні, при тиражах, що перевищують 50 примірників.

При цьому розмір зображення обмежений розміром сітки. Перевагами є отримання ідентичних виробів в одному тиражі, низька собівартість при великих тиражах. Недоліками є тривалий підготовчий процес до друку, підходять тільки гладкі поверхні, при малих тиражах собівартість занадто висока.

Тамподрук. Технологія заснована на перенесенні фарби з допомогою кліше через еластичний силіконовий тампон, що повторює кривизну поверхні. Використовується для друку на плоских і криволінійних поверхнях при тиражах від 50 екземплярів. Розмір зображення обмежений величиною тампона і кліше. Переваги і недоліки ідентичні шовкографії.

Термотрансфер. В основі технології лежить термоперенос зображення на відповідну поверхню через проміжний носій. Носієм служить термотрансферний папір, на якому друкується зображення за допомогою лазерного принтера. Залежно від обладнання і поверхні використовують кілька різних видів паперів – ТТС для тканини і тканинної поверхні, СРМ для кераміки (чашок) або ж будь-якої гладкої рівної поверхні. Перевагами є можливість виготовлення одиничних екземплярів, швидкий процес виготовлення, можливість отримання повнокольорового зображення.

Лазерне гравіювання. Розрізняють два типи лазерних установок: газові CO<sub>2</sub>-лазери і твердотільні. У рекламно-сувенірній продукції в основному використовуються CO<sub>2</sub>-лазери, які дозволяють наносити зображення практично на будь-який матеріал: дерево, пластики, шкіра, органічне та оптичне скло, фарбовані і нікельовані метали. При наявності пристрою для гравіювання циліндричних поверхонь можливе нанесення зображення по всьому колу: наприклад, на келихи, кухлі і ручки. Перевагами є висока технологічність обробки матеріалів, виготовлення як одиничних, так і багатотиражних виробів, величезний спектр оброблюваних матеріалів.

УФ-друк. Технологія полягає у нанесенні повнокольорового зображення прямим способом друку, використовуючи ультрафіолетові фарби, що полімеризуються під дією УФ-випромінювання. Завдяки цьому

зображення можна нанести на папір, тканини, скло, пластмасу, шкіру і навіть дерево. Для нанесення підходить практично будь-яка плоска або циліндрична гладка поверхня.

Перевагами є отримання фотореалістичного зображення, стійкість друку, велика площа нанесення, можливість виготовлення невеликих тиражів.

До недоліків слід віднести високу вартість, УФ-друк дорожче тамподруку і одноколірної шовкографії.

Сублімаційний друк. Технологія заснована на процесі термічної сублімації твердих чорнил. Фарба переходить в газоподібний стан і забарвлює носій. Газоподібна речовина проникає вглиб оброблюваної поверхні і там конденсується. Друкувати таким способом можна практично на будь-яких предметах: інтер'єрних стійках, прапорах, сумках, чашках, дипломах, текстилі. Серед переваг сублімації можна виділити стійкість малюнку до вицвітання, фотографічну чіткість відбитків, екологічніший за шовкографію, можливість виготовлення від 1 екземпляра, простота технології. До недоліків можна віднести вимоги до матеріалу, дороге обладнання та витратні матеріали, необхідність добре провітрюваного приміщення.

Розглянувши сучасні технології брендування сувенірної та подарункової продукції можна зробити висновок, що найбільш підходящою технологією для друку на дереві індивідуальних замовлень є УФ-друк. Хоча він є досить дорогим, але має доить багато переваг перед іншими. УФ-друк дозволить отримати якісний відбиток, можливість нанести білу підложку, фарби одразу полімеризуються і мають стійкість до волги та механічних пошкоджень. А також УФ-друк є цифровим, тобто технологією прямого нанесення фарби без матеріальної друкарської форми, що дозволяє швидше виготовляти продукцію без особливих витрат часу і додаткового обладнання.

### 2.3 Визначення пазлу, види та особливості

Кожен з нас, хоча б раз у житті пробував збирати головоломку під назвою "Пазл".

Пазл – гра, яка відноситься до жанру головоломок. Представляє собою зображення, розділене на безліч фрагментів різної форми, яке необхідно скласти як мозаїку. У якості картинки використовують зображення найрізноманітніших жанрів. Зараз випускаються пазли для дорослих і дітей, які різняться по тематиці, розміру, складності, кількості деталей тощо [4].

Є однією з найдоступніших іграшок, що розвивають логічне та образне мислення, увагу, пам'ять, уяву, тренують здатність розрізняти форми, кольори, розміри деталей, а також сприйняття зв'язків, які існують між цільним об'єктом і його частинами. Пазли дуже корисні для розвитку мислення та пізнавальних здібностей людини.

Історія виникнення пазлів бере свій початок в Англії в середині XVIII століття. У 1761 році британський картограф і гравер Джон Спілсбері винайшов навчальний посібник з географії у вигляді пазла. Він прикріпив паперову карту світу до дерев'яної основи з червоного дерева. Після чого вирізав кожну державу по її кордонам. Збираючи карту по фрагментах, діти легко запам'ятовували назва країн, міст, а також їх географічне розташування. Побачивши у своїй унікальній розробці хороші перспективи і можливість непогано заробити, Спілсбері розробив пазли ще по восьми темах. Завдяки застосуванню штампування по картону в Америці в XIX столітті пазли-картинки стали ще більш популярними [5].

Зараз існує величезна кількість різноманітних видів пазлів та їх модифікацій. Сьогодні, їх можна розділити не тільки за кількістю та розміром єдиної картини, але також і за формою. Їх складають з однією метою – отримати з розрізнених елементів єдину картину. Пазли поділяються за розміром елементів і розміром початкового зображення. Складність пазла визначає малюнок і форма деталей, але основною ознакою є кількість елементів – чим їх більше, тим пазл складніший.

Пазли можна класифікувати за такими критеріями, як:

- кількість елементів;
- розміри зібраної картини;
- типи пазлів;
- матеріал.

Також пазл може стати прикладом сувенірно-подарункової продукції.

#### 2.4 Тренд на екологічність

Екологічність є одним з основних трендів суспільства за останні десятиліття. Зараз створення прибуткового бізнесу, в основу якого закладено цей тренд актуально як ніколи. Відомо, що пластик шкодить навколишньому середовищу, атмосфера забруднена промисловими викидами, а глобальне потепління вже не за горами. Якщо компанія сама добровільно не захоче змінити виробництво і сприяти екологічному поліпшенню навколишнього середовища, то її змусить ринок і клієнти.

Власники бізнесу все частіше звертаються до маркетологів з бажанням покращити своє виробництво. Для того, щоб у них купували і з ними працювали радять ввести екологічність у свій бізнес. Необхідно проаналізувати свою роботу та визначити що зробити для поліпшення навколишнього середовища. Існує багато варіантів використовувати природу в допомогу свого провадження (охолодження серверів, отримання енергії від сонця, використання нешкідливих барвників або натурального матеріалу) [6].

Побоювання, пов'язані зі зміною клімату, токсичністю і відходами впливають на поведінку і вибір покупців. Частка тих, хто чекає від брендів захисту навколишнього середовища, збільшується, а це підштовхує компанії, що випускають найрізноманітніші товари, до стійкого і екологічного виробництва. З'являються некомерційні та незалежні сертифікати, які підтверджують якість виробництва і полегшують вибір клієнта.

Якщо в XX столітті економіка повинна була бути ефективною, то в XXI столітті вона повинна бути ще й екологічною. Важливим стає не тільки

те, що компанія виробляє, а й як вона це робить. І значення цього надають не тільки прості споживачі: так, за даними британської аудиторсько-консалтингової компанії EY, 97% інвесторів при вкладенні коштів вважають визначальним, чи відповідає та чи інша компанія принципам ESG (англ. Environmental – «екологія», social – «соціальний розвиток», governance – «корпоративне управління») [7].

Проблеми екології на підприємствах призвели до появи такого терміну як екологічний менеджмент – це система управління діяльністю підприємства (організації) в тих чи інших її формах, напрямках, сторонах, які прямо чи непрямо стосуються взаємовідносин підприємства з навколишнім природним середовищем [8].

Можна сказати, що екологічний менеджмент – це тип управління, принципово орієнтований на формування та розвиток екологічного виробництва й екологічної культури життєдіяльності людини. Це тип управління, побудований на соціально-економічному й соціально-психологічному мотивуванні гармонії взаємин людини із природою.

В результаті аналізу можна виділити п'ять сценаріїв використання тренду екологічності [6]:

- побудова виключно екобренду;
- впровадження окремих екопродуктів (преміум) в свою лінійку;
- використання сучасних технологій для виробництва і його обслуговування;
- турбота про переробку і вторинне використання продукції;
- рішення проблеми з відходами та сміттям.

Результати аналізу варто використати для подальшого проектування продукції. Створення дерев'яних пазлів як індивідуальної подарункової продукції стане гарним маркетинговим рішенням для отримання конкурентноспроможної продукції на ринку. Для виготовлення необхідно обрати не тільки екологічний матеріал, а і зостосувати технології, що не

забруднюють навколишнє середовище і пагубно не впливатимуть на персонал.

## 2.5 Аналіз аналогів

Для того щоб створити цікавий і оригінальний проект, що буде користуватися попитом, необхідно ознайомитися і проаналізувати аналогічні пропозиції на сучасному ринку з точки зору дизайну, якості, цінової політики, можливостей та різноманітності. Це допоможе краще розібратися у тому, чого саме не вистачає та як краще вирішити поставлену задачу за допомогою різноманітних рішень та ідей.

Для аналізу обрані найбільш цікаві пропозиції на українському ринку, серед представників яких є такі компанії: «Leechee», «Wortex Woods», «PuzzleUp», «Davicy».

### 2.5.1 Пазли від компанії «Leechee»

Компанія «Leechee» заснована у 2019 році у Харкові, виробляє фігурні дерев'яні пазли для дітей та дорослих різної тематики. Найбільший акцент роблять на арт-картини – репродукції картин відомих художників. Також є двосторонні пазли, на оборотній стороні яких гравіювання окремих елементів. Асортимент невеликий, ціни помірні, середні на ринку. Є можливість замовлення корпоративних чи індивідуальних пазлів з власним логотипом або дизайном і зображенням, але вартість розробки і виготовлення досить велика. Приклад пазлу, що виготовляє компанія наведений на рисунку 2.1 [9].

### 2.5.2 Пазли від компанії «Wortex Woods»

«Wortex Woods» – це магазин виробів з дерева для декору, які виготовляють пазли з індивідуальним фото або зображенням. Великий асортимент розмірів відповідно з різною кількістю елементів. Макети стандартні, мають два варіанти форм – прямокутну та коло. Елементи пазлу також мають майже однакову стандартну форму, тематичних фігур не має, що робить такий подарунок звичайним пазлом з іншого матеріалу. Приклад макетів для замовлення наведено на рисунку 2.2 [10].

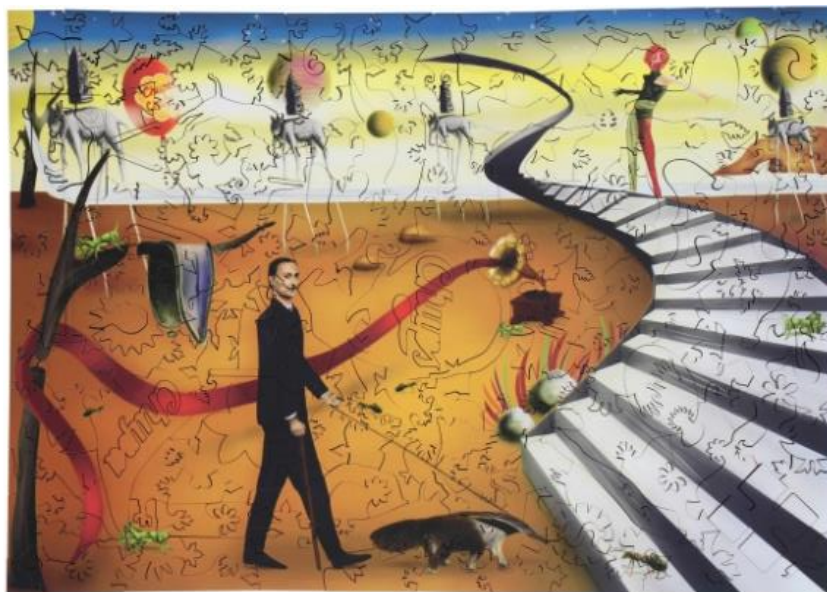


Рисунок 2.1 – Дерев’яний пазл ART Dalі компанії «Leeshee»

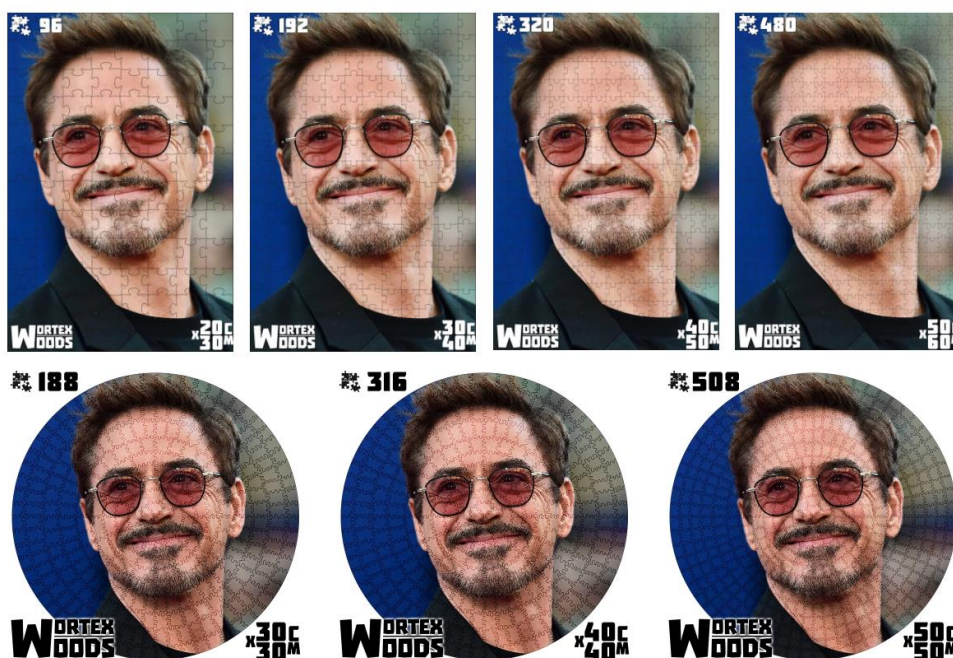


Рисунок 2.2 – Дерев'яні пазли компанії «Wortex Woods»

### 2.5.3 Пазли від компанії «EnjoyTheWood»

PuzzleUp – це сімейний проект компанії EnjoyTheWood. Магазин має широкий асортимент пазлів круглої форми з яскравим друком. Також це перша компанія, яка почала створювати пазли з додатковою реальністю. Але додаткова реальність наявна тільки на стандартних пазлах і має досить примітивний вид. Також контур різки майже на всіх пазлах однаковий, за виключенням тематичних деталей, яких дуже мало. Крім таких популярних серій пазлів як «Космос», «Природа», «Пам'ятки» можна замовити персоналізований пазл зі своїм зображенням. Але такий пазл має високу ціну та стандартний макет. Приклад пазлу наведений на рисунку 2.3 [11].



Рисунок 2.3 – Дерев'яний пазл компанії «EnjoyTheWood»

### 2.5.4 Пазли від компанії «Daviscy»

«Davicy» – виробник перших в Росії ексклюзивних дерев'яних пазлів цікавих форм. Всі пазли складаються з великої кількості тематичних деталей, що сворює картинку у картинці. Над створенням працює більше 200 сучасних художників, компанія має широкий асортимент з різними колекціями. Також є можливість створення корпоративних та індивідуальних пазлів з особливим різом. Але вартість такої розробки дуже велика і зазвичай, доступна тільки великим компаніям. Приклад такого пазлу наведений на рисунку 2.4 [12].



Рисунок 2.4 – Корпоративний дерев'яний пазл компанії «Davicy»

Проаналізувавши аналоги, можна зробити висновок, що на сучасному ринку ще не представлені фігурні дерев'яні тематичні пазли для подарунку на найбільші свята та особливим отримувачам. Що каже про актуальність розробки такого товару.

Для вдалої розробки необхідно відповідально та творчо підійти до створення макетів різки, обрання технології друку та обладнання для якісного відтворення зображень, використовувати тільки натуральні та екологічні матеріали, встановити ціну, конкурентноспроможну на ринку пропозицій.



## 3 ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ, ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛЬОВОЇ АУДИТОРІЇ

### 3.1 Дослідження споживчого попиту

Визначення споживчого попиту на ринку наразі стає першочерговим завданням при функціонуванні підприємства або бізнесу. Постійне відстеження попиту і здатність моментально реагувати на найменші його зміни – все це зумовлює виживання та успішну роботу підприємства.

Попит – це економічна категорія, притаманна товарному господарству, що виявляється у сфері обміну, торгівлі. Попит виражає сукупну суспільну потребу в різних товарах, що складається з багатьох конкретних вимог маси споживачів, що відрізняються великою різноманітністю і постійно змінюються [13].

Головними складовими попиту є: наявність потенційних покупців, їх бажання придбати продукцію і їх можливість придбати продукцію.

Для виявлення споживчого попиту та основної цільової аудиторії подарункової продукції, яка буде виготовлятися, необхідно було провести маркетингове дослідження.

Сучасний маркетинг – це система організацій всієї діяльності підприємства з розробки, виробництва і збуту товарів, надання послуг на основі комплексного вивчення ринку і реалізації запитів покупців, з метою отримання максимального прибутку. Робота на будь-якому ринку – це робота не тільки і не стільки з товаром – це перш за все, робота зі споживачем [14].

Маркетингове дослідження складається з декількох етапів: визначення проблем, цілей та завдань дослідження; вибір проекту дослідження; визначення методу збору даних; збір даних; аналіз та інтерпретація даних; формування звіту [15].

Опитування – метод маркетингових досліджень, який має на увазі бесіду з окремим представником цільової аудиторії по заданому списку питань методом інтерв'ю – інтерв'юер зачитує респондентові питання й записує його відповіді або методом самозаповнення [16].

Опитування може бути як якісним, так і кількісним методом. В опитуванні важливо правильно скласти анкету, відповіді на яку не складе проблем. Питання повинні бути однозначними, повними, зрозумілими, з використанням простої термінології, викладені у чіткій структурованій послідовності.

Було проведене кількісне маркетингове дослідження у вигляді анкетного опитування. Опитування респондентів здійснювалося по заздалегідь розробленій структурованій анкеті методом самозаповнення. Анкета розроблялася у Google Формах, для дослідження складалися закриті питання, з можливістю обрання одного чи декількох варіантів відповідей. Приклади питань та їх оформлення наведені у додатку 1.

За допомогою обраного методу, проведене заочне опитування серед 130 респондентів різних соціальних груп. За отриманими результатами також можна характеризувати групи респондентів за статтю, віком, рівнем доходу.

У числі опитаних майже рівна кількість жінок і чоловіків – 51,5% та 48,5% відповідно, що підвищує об'єктивність дослідження.

Класифікація опитаних за віком представлена у таблиці 3.1 та наведена на діаграмі (рис. 3.1). Найбільший сегмент респондентів – це молоді люди 18-25 років.

Таблиця 3.1 – Класифікація за віком

Вік	Кількість людей	%
Менше 18	4	3,1
18-25	59	45,4
26-35	25	19,2
36-45	23	17,7
46-55	16	12,3

55 і більше	3	2,3
Всього	130	100

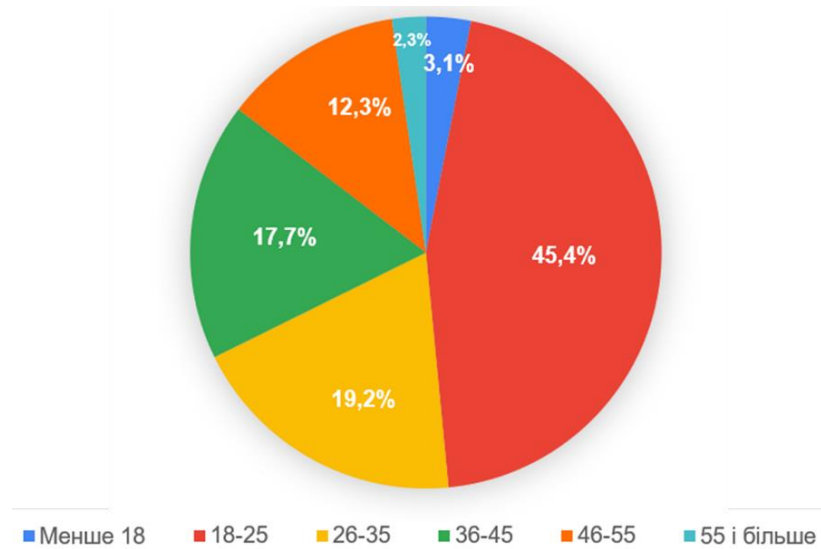


Рисунок 3.1 – Сегментація опитаних за віком

Ще одна класифікація споживачів була зроблена за рівнем доходу. Отримані дані з анкет представлені в таблиці 3.2. Розподіл споживачів за рівнем доходу показаний на рисунку 3.2. На ньому можна побачити охоплення споживачів з різним рівнем доходів. У ході дослідження були опитані респонденти з різним рівнем доходів, що дозволяє отримати об'єктивніші результати.

Серед опитаних на питання «Чи любите ви робити подарунки» 90% респондентів відповіло Так, 10% – Ні. Такі самі результати отримали на питання «Чи любите ви отримувати подарунки», відповідно 90% – Так, 10% – Ні.

Таблиця 3.2 – Класифікація споживачів за рівнем доходу

Рівень доходу	Кількість людей	%
До 5000 грн	20	15,4
5000-10000 грн	34	26,2
10000-15000 грн	26	20,0
15000-20000 грн	23	17,7

Більше 20000 грн	27	20,8
Всього	130	100

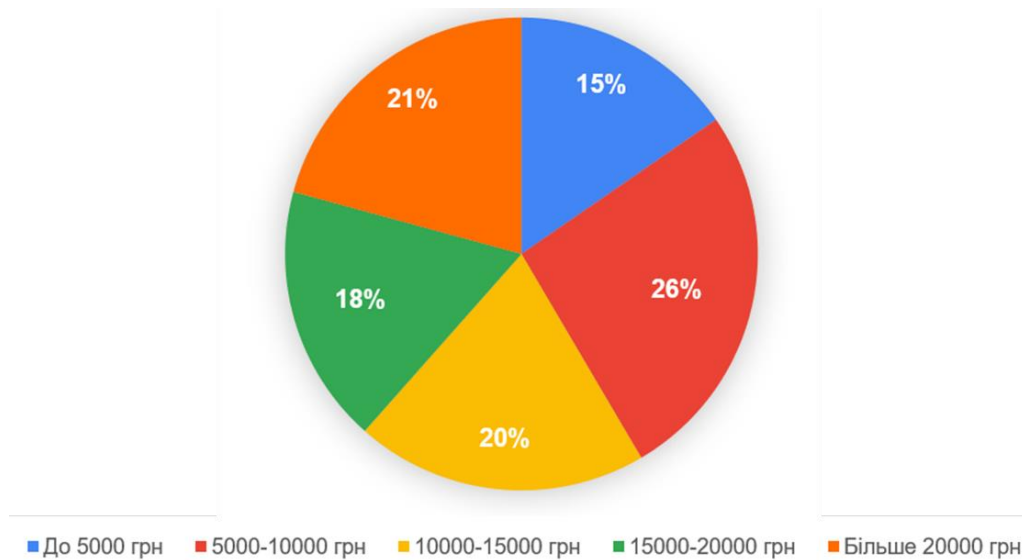


Рисунок 3.2 – Сегментація опитаних за рівнем доходу

На питання «Що Ви вважаєте за краще подарувати: гроші або індивідуальний подарунок» 77,7% опитаних віддають перевагу індивідуальному подарунку, і лише 22,3% вважають за краще дарувати гроші. Схожі результати отримали на питання «Що Ви вважаєте за краще отримати у вигляді подарунка». Тут 70,8% опитаних бажають отримати індивідуальний подарунок і майже 29,2% віддають перевагу грошам.

85,4% опитаних люблять робити оригінальні незвичайні подарунки, для того щоб здивувати своїх близьких.

Найбільше роблять подарунки рідним (84,6%), друзям (66,9%) та другій половинці (56,9%). Повні результати продемонстровані на рисунку 3.3.

Серед опитаних на питання «Як часто Ви робите подарунки» 61 респондент (46,9%) обрав відповідь «На Великі свята (День Народження, Новий рік)», 35 (26,9%) – «Майже на усі свята», 29 (22,3%) – «Просто так», 5 (3,8%) – «Рідко». Результати у вигляді діаграми наведені на рисунку 3.4.

Найчастіше опитані респонденти купують подарунки на такі свята як День Народження (88,5%), Новий Рік (75,4%), 8 березня (45,5%) та дарують без приводу (50%). Повні результати наведені на рисунку 3.5.

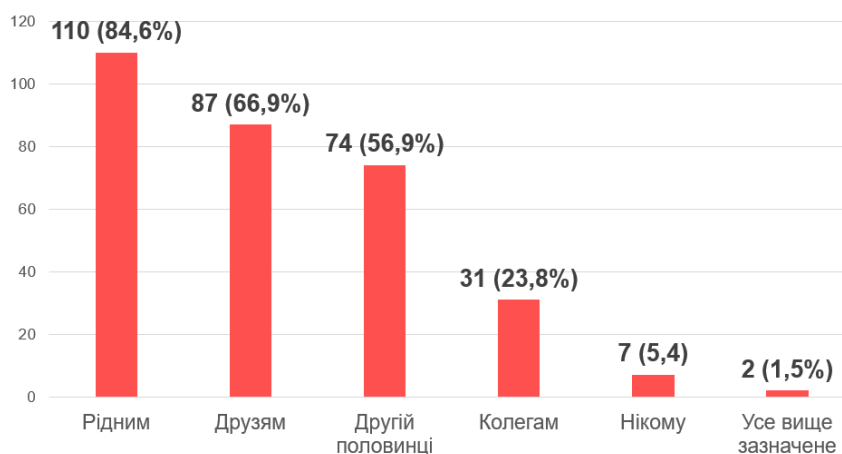


Рисунок 3.3 – «Кому зазвичай роблять подарунки»



Рисунок 3.4 – «Як часто роблять подарунки»



Рисунок 3.5 – «На які свята роблять подарунки»

Зазвичай, опитані респонденти витрачають на подарунок від 500-600 грн та більше. Повні результати наведені на рисунку 3.6.

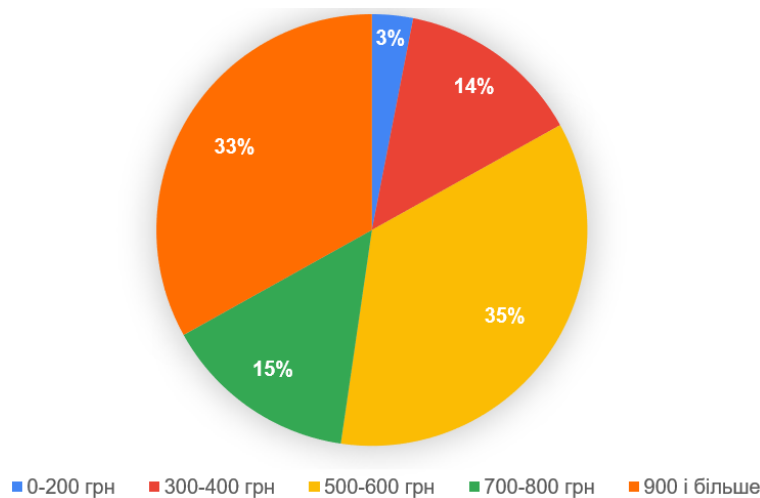


Рисунок 3.6 – «Яку суму зазвичай витрачають на подарунок»

Серед опитаних 80% полюбляють головоломки, пазли, загадки.

На питання «Як Ви вважаєте, для якого віку будуть цікавими як подарунок пазли?» більшість вважає, що пазли як подарунок підходять для будь-якого віку. Результати опитування зображені на рисунку 3.7.

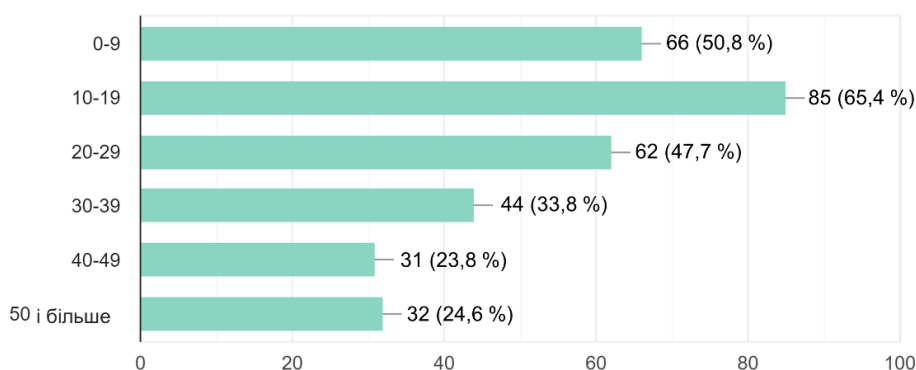


Рисунок 3.7 – «Для якого віку будуть цікавими як подарунок пазли»

Опитані респонденти найбільше віддають перевагу пазлам з дерева (75,4%), повні результати наведені на діаграмі (рис. 3.8).

Необхідно зазначити, що дерев'яні фігурні пазли є прикладом подарункової оригінальної продукції. 73,8% опитаних респондентів обрали б у якості подарунка дерев'яний фігурний пазл з індивідуальним зображенням. З них 54,2% – жінки та 45,8% – чоловіки. Такі значення кажуть про попит такого товару на ринку.

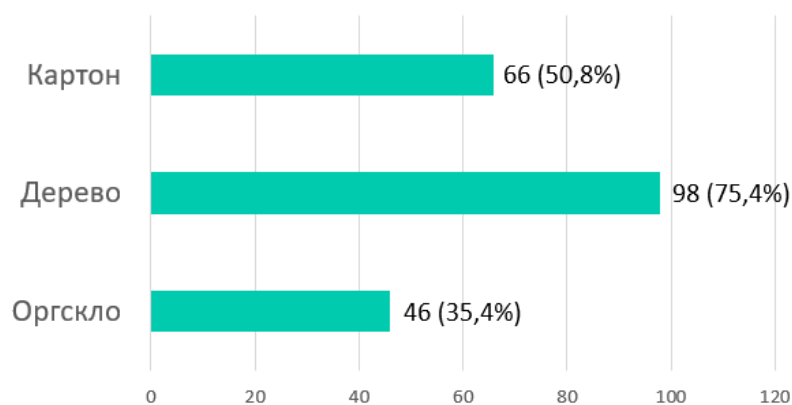


Рисунок 3.8 – «З яких матеріалів Вас зможуть зацікавити пазли»

На основі проведеного дослідження можна зробити висновки, що більшість опитаних із задоволенням роблять подарунки не тільки на великі свята, але й дарують без приводу і готові платити за якісну та оригінальну продукцію. При виборі подарунку перевагу віддають індивідуальному подарунку [17].

Екологічні товари наразі в тренді і користуються попитом серед багатьох. Прикладом такої продукції слугують дерев'яні пазли. Пазли як подарунок цікаві для будь-якого віку. Це говорить про те, що розробка і виробництво даної продукції є актуальним напрямком, буде користуватися попитом і приносити прибуток. Продукцію бажано виготовляти на такі свята як Новий Рік та День Народження. Також продукцію можна виготовляти для подарунку рідним, друзям, другій половинці.

### 3.2 Визначення цільової аудиторії

Розуміння цільової аудиторії дозволяє спростити пошук потенційних споживачів, які з великою ймовірністю зацікавлені в товарах і послугах, які пропонуються. Під портретом покупця розуміють визначення поведінки, потреб та інших характеристик, які характерні для більшості клієнтів.

Інформація і уявлення про свою цільову аудиторію – хто ці люди і чого вони хочуть, дозволяє виділитися серед загального інформаційного шуму і підвищити шанси донести свою пропозицію до тих людей, які є потенційними покупцями.

Орієнтуючись на індивідуальних споживачів, щоб скласти портрет покупця, необхідно дізнатися їхні демографічні характеристики (вік, стать, середній дохід), визначити купівельні звички, доходи і канали реклами. Також необхідно визначити такі критерії як поведінкові (пріоритети, хобі, рід занять), географічні (регіони і окремі міста), мотиви покупки (проблеми чи потреби).

Аналіз отриманих даних з дослідження допомагає виділити цільову аудиторію подарункової продукції у вигляді фігурних пазлів. Нею є жінки та чоловіки, переважно віком 18-35 років з середнім та вище середнього рівнем доходу, які переважно проживають в Україні, користуються соціальними мережами та мережею Інтернет. Люблять робити цікаві оригінальні подарунки своїм близьким без приводу або на свята, цікавляться головоломками та іграми і готові витратити на подарунок досить значну суму (більше 500 грн).

## 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПАЗЛІВ

Поліграфічне виробництво сувенірної продукції починається з проектування всього технологічного процесу. Кожний виріб має специфічні особливості, тому після ознайомлення із завданням визначаються принципові особливості технологічного процесу, а також перелік і послідовність основних операцій. Потім детально розробляється весь технологічний процес, включаючи вибір необхідних матеріалів і устаткування. [18].

При проектуванні технологічної схеми виготовлення будь-якого виду поліграфічної продукції виділяють три етапи: додрукарський, друкарський і післядрукарський. Технологія друку, обладнання та матеріали визначають вимоги до додрукарської підготовки продукції і можливість її подальшої обробки.

Під час розробки схеми технологічного процесу враховуються: якість відтворення, рівень механізації й автоматизації, тривалість процесу, витрати часу й матеріалів, екологія процесів [19].

Технологічне обладнання складається з комплекту комп'ютерів та програмного забезпечення, шліфувальної машинки, планшетного УФ-принтеру, лазерного верстату з ЧПУ.

На підготовчому етапі до друку здійснюється підготовка матеріалу – фанери. З листового матеріалу стандартного розміру виготовляються заготовки для пазлів розміру 220×310 мм шляхом лазерного різання. Після отримання заготовки її поверхня обробляється шліфувальною машинкою та покривається акриловим ґрунтом для покращення адгезії. Після висихання, заготовку знов необхідно прошліфувати для вирівнювання і формування необхідного фону для нанесення зображення. Ґрунтівка дозволяє зробити матеріал більш стійким до вологи, деформаціям і механічним пошкодженням.

На першому етапі отримується замовлення, дизайнером готується макет у векторному форматі для лазерного різання та гравіювання, обробляється зображення для подальшого друку. У файлі вказуються типи ліній для різання та гравіювання. Всі дії виконуються відповідно з можливостями та вимогами обладнання. В даному проекті розробляється серія тематичних макетів різку для подальшого вибору замовником.

На другому етапі відбувається перенесення електронного зображення на підготовлену заготовку шляхом застосування УФ-друку. Перед друком, періодично необхідно збовтувати фарби. Дерев'яна основа закріплюється на рамі-підставці принтера, файл з необхідним зображенням запускається в друк, і друкувальний пристрій, закріплений на рухомому механізмі (каретці), рухається по основі, ряд за рядом завдаючи потрібний принт. Розмір заготовки та розмір задрукованого зображення повинні мати більший розмір за макет різку.

На третьому етапі відбуваються післядрукарські процеси, а саме лазерне гравіювання та різання. Першим здійснюється гравіювання для точного нанесення контуру і уникнення зсуву чи провалу деталей, потім запускається лазерне різання пазлу. Після різки індивідуальний пазл запаковується. Пакування здійснюється вручну, у джутовий мішок. Це підкреслить екологічність товару і знизить собівартість продукції.

У результаті повинні отримати якісний виріб з яскравим зображенням. За насиченість та яскравість друку відповідає підготовка фанери ґрунтівкою та УФ-друк, де чорнила майже не проникають у матеріал, залишаючи чітке стійке яскраве зображення на поверхні. Також УФ-принтери мають можливість нанесення білої фарби.

Якість готової продукції безпосередньо залежить від того, яке саме обладнання використовується в друкарні для виконання виробничих і післядрукарських робіт.

У технологічній схемі (рис. 4.1) використані екологічні та безпечні матеріали (фанера) і технології (УФ-друк, лазерне різання) як для виробника,

так і споживача. Процеси друку та лазерного різання автоматизовані. Тривалість процесу виготовлення залежить від підготовчого етапу матеріалу. При наявності обробленої заготовки час на виконання друку та лазерного різання займе не більше 30 хвилин. Підготовка фанери займає більше часу, повне висихання ґрунтівки настає після 2 годин. Час виготовлення також залежить від потужності обладнання. Для фанери товщиною 6 мм потужність лазера повинна бути не менше 60 Вт.

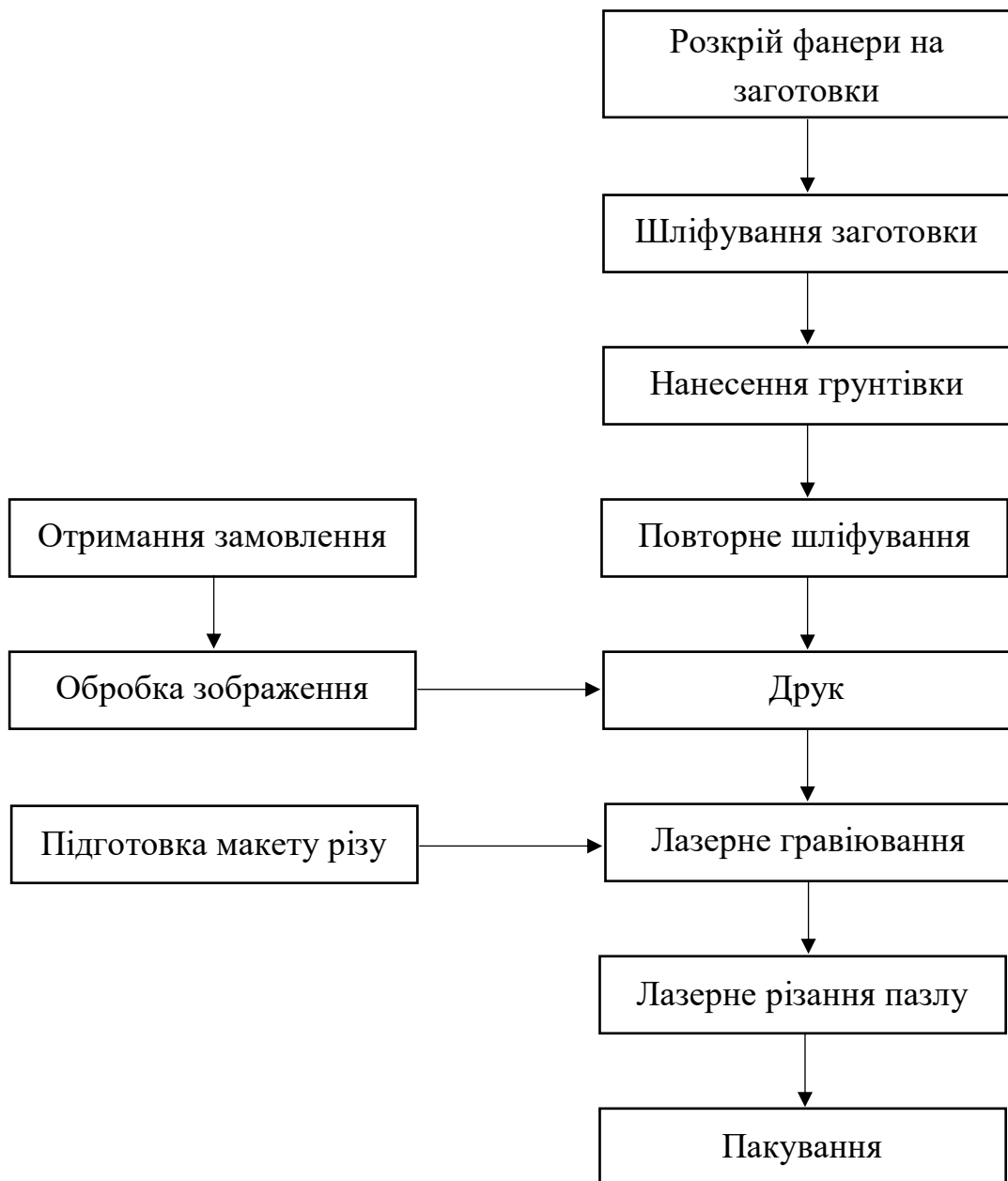


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виготовлення дерев'яних пазлів

Також необхідно здійснювати контроль за якістю виготовлення продукції. Кожна технологічна операція контролюється методами візуального та інструментального контролю.

## 5 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ДРУКУ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Вибір способу друку поліграфічної продукції залежить, головним чином, від виду продукції, характеру зображення в поєднанні з тиражем і характеристиками матеріалу. Кожна технологія друку має певний діапазон матеріалів, при використанні яких вона найбільш ефективна, а для деяких матеріалів і зовсім не придатна.

В кваліфікаційній роботі розробляються дерев'яні фігурні пазли, що виготовляються з фанери товщиною 6 мм. Вибір такого матеріалу зумовлює екологічність та довговічність продукції. На дереві буде здійснюватися друк повнокольорових зображень, фотографій.

Вибір способу друку здійснюється в результаті оцінки таких факторів:

- призначення та особливості використання продукції;
- технологічні можливості розглянутого способу по відношенню до якості друку;
- розміри капіталовкладень;
- витрата сировини і матеріалів;
- можливість впровадження сучасних технологій з метою зниження трудомісткості і тривалості процесів;
- екологічна безпека виробництва і використовуваних матеріалів.

На сьогоднішній день, для друку по дереву в основному використовуються дві технології – УФ-друк і сублимація. Ці технології відносяться до технологій цифрового друку, які зазвичай використовують для виготовлення невеликих тиражів або індивідуальних замовлень.

Цифровий друк – це технологія отримання відбитків, в якому використовуються комп'ютерні електронні файли для виведення на друк без виготовлення матеріальної друкарської форми [20].

Так як в технологічному процесі не використовуються плівки і форми, значно знижується не тільки вартість підготовчих процесів, але і ризик втрати якості на цих стадіях друку. Багатьох ручних операцій, які властиві процесам традиційного друку, можна уникнути завдяки цифровим технологіям. Такий вид технології використовують для друку малотиражних рекламних або комерційних замовлень, в які можуть бути внесені зміни в процесі виготовлення тиражу навіть після друку кожного екземпляра.

До переваг цифрового друку можна віднести:

- швидкість виготовлення продукції. Скорочення процесів підготовки і друку, безперервність цих процесів знижують втрати часу до мінімуму;
- якість друку. Висока роздільна здатність цифрових друкарських машин дозволяє зробити відбитки високої якості;
- створення пробного відбитка. Перед тим, як друкувати замовлення, можна побачити майбутній екземпляр продукції, роздрукувавши пробний варіант.

Для технології сублімаційного та УФ-друку використовуються цифрові струменеві принтери. Струменевий спосіб безконтактного друку не вимагає проміжного носія інформації, він дозволяє наносити фарбу безпосередньо на матеріал. Струменевий друк можна розділити на безперервний струменевий друк і власне крапельно-струменевий друк. Процеси передбачають в основному використання рідких друкарських фарб. Але також часто застосовуються термофарби, які при напрогріванні переходять з твердого у рідкий стан. Вони подаються на матеріал для друку і тверднуть при зниженні температури [21].

### 5.1 Порівняльний аналіз сублімаційного та УФ-друку

Проведемо порівняльний аналіз найбільш поширених способів друку по дереву – сублімаційного та УФ-друку.

УФ друк (ультрафіолетовий друк) є одним з різновидів звичайного струменевого друку. Тому основний принцип нанесення зображення в цій

технології не відрізняється від інших струменевих принтерів: друкуюча головка принтера рухається над матеріалом і в потрібні моменти випускає на матеріал краплі чорнил потрібного кольору. В яке місце яким кольором випустити краплю вирішують мізки принтера відповідно до зображення, передане на друк з комп'ютера [22].

Основна відмінність УФ принтера від класичного струменевого принтера полягає в типі чорнил. Фарби для УФ-друку мають відмінну рису: вони полімеризуються під дією ультрафіолетового випромінювання. Звичайні струменеві чорнила (наприклад водні та сольвентні) після потрапляння на матеріал висихають природним чином – випаровується основа чорнила, а барвний пігмент залишається на матеріалі. Чорнило для УФ-друку вимагають додаткової обробки: засвічення ультрафіолетовою лампою. Така лампа знаходиться на каретці принтера і засвічує надруковану область при кожному русі друкованої голови, полімеризуючи нанесені чорнила.

На відміну від висихання звичайного чорнила при полімеризації УФ-чорнил не відбувається випаровування основи (води або сольвенту), а твердне вся маса нанесених чорнил. У цьому криється одна з основних особливостей УФ-друку. Товщина надрукованого шару відчутно більше, ніж у будь-якій іншій технології. Друк виходить з гарною покривною здатністю. На поверхні виробу утворюється високоміцна тонка плівка. І якщо для стійкості звичайного друку потрібна наявність вбираючого, адгезивного матеріалу, на якому закріпиться пігмент після випаровування основи чорнила, то УФ-друк набагато менш вибагливий щодо задрукованих поверхонь. Це дає велику перевагу в застосовності технології для різних цілей.

Більшість УФ-принтерів мають додаткові кольори. Крім стандартних СМҮК, додається білий та лак. Такі принтери мають можливість пошарового друку: спочатку може бути надрукована біла підкладка, потім друкується основне кольорове зображення, і фінальним шаром може бути задано

глянцевий лак. Причому кожен з шарів може мати власну форму. Наприклад лакувати можна тільки частину зображення. Для цього на етапі підготовки друкованого файлу на комп'ютері створюються службові шари, в яких розміщуються області друку додаткових шарів. Така особливість робить УФ-друк унікальною технологією для сувенірної та інших видів друку. Важливо відзначити, що існують принтери, які здатні наносити всі три друкарських шари за один прохід над матеріалом (для цього використовуються кілька друкованих голів), в такому випадку додавання шарів не призводить до збільшення часу друку.

Сфера застосування УФ-друку дуже широка. В такий принтер можна укласти будь-який матеріал або об'єкт, що поміщається у друкарські габарити. Таким чином друкувати можна на багатьох різноманітних матеріалах. Обмежень по матеріалу практично немає. Можливий УФ-друк на склі, металі, папері, пластику, гумі та інших полімерах, дереві, шкірі тощо. Питання адгезії на складних матеріалах вирішується спеціалізованим праймером у вигляді рідини або спрею. Праймер наноситься на виріб перед друком і служить сполучною ланкою між шаром чорнила і самим матеріалом. Варто відзначити, що УФ-чорнила мають хорошу адгезію до великої кількості матеріалів, тому необхідність використання праймера виникає не часто.

Якість одержуваного зображення не поступається за якістю класичного струменевого фотодруку. Друк виходить з яскравими насиченими кольорами, високим опрацюванням дрібних деталей, низькою зернистістю, хорошою деталізацією. УФ-технологія дозволяє друкувати будь-які кольорові зображення на практично будь-яких матеріалах: висока покривність і наявність білого кольору дозволяє отримувати однаково насичені і яскраві кольори без будь-яких спотворень на будь-яких матеріалах, включаючи кольорові, темні і навіть прозорі. Висока адгезія і міцність одержуваної чорнильної плівки дає високу стійкість УФ-друку.

До переваг УФ-друку можна віднести:

- можливість друкувати практично на будь-яких матеріалах, поверхнях і готових виробих;
- яскравість кольорів, висока деталізація друку;
- можливість друку на кольорових, чорних і прозорих виробих без колірних спотворень і втрати яскравості;
- висока покривна здатність;
- наявність білих чорнил та лаку;
- можливість друкувати на готових виробих різної товщини;
- висока стійкість до стирання, висока міцність чорнильного шару;
- можливість друку на гнучких матеріалах, таких як шкіра, полотно, еко-шкіра;
- не потрібна додаткова постдрукарська обробка;
- вироби можна експлуатувати відразу після друку;
- собівартість не залежить від обсягу тиражу;
- екологічність, немає неприємних запахів на виробництві;
- прямий друк зображення з комп'ютера на виріб без використання проміжних носіїв;
- короткий цикл виготовлення – кілька хвилин від запуску на друк до отримання готового виробу.

Головним недоліком є достатньо висока вартість.

Щодо сублімації – це процес переходу речовини з твердого агрегатного стану в газоподібний, оминаючи рідкий стан. Цей процес відбувається при нагріванні матеріалів понад 100°C [23].

Основа технології сублімації – процес термічної сублімації твердих чорнил. Фарба переходить в газоподібний стан і забарвлює носій. Газоподібна речовина проникає вглиб оброблюваної поверхні і там конденсується.

Для сублімаційного переносу потрібно наступне устаткування і матеріали: термопрес, струменевий принтер з системою безперервної подачі

чорнил, сублімаційні чорнила, сублімаційний папір, термостійка липка стрічка (скотч), заготівка для сублімації або спеціальний лак-грунтівка.

Технологія сублімації є способом нанесення зображення в два етапи. Здійснюється друк зображення на проміжному носії (сублімаційному папері) у зеркальному відображенні, а потім за допомогою термопресу під дією високої температури переноситься зображення на виріб. Ця технологія дозволяє наносити зображення, фотографічної якості, на будь-яку поверхню, покриту сублімаційним лаком або на тканини з синтетичних матеріалів.

До переваг сублімаційного друку можна віднести:

- можливість друку зображень на різних поверхнях (камінь, кераміка, скло, метал, тканини, тощо);
- стійкість надрукованого зображення до впливу зовнішніх факторів;
- фотографічна чіткість відбитків: можна робити багатобарвні зображення;
- можливість друку від 1 екземпляру;
- простота технології, яка не вимагає від працівників спеціальної підготовки.

Недоліками технології сублімації є:

- можливість друку тільки на заготовках з сублімаційним покриттям;
- можлива поява нагару на фанері через дію високих температур і натуральність матеріалу;
- немає білої фарби, тому для правильної передачі кольору необхідно використовувати заготовки тільки білого кольору;
- необхідна витяжка для видалення неприємного запаху, що виникає в процесі випаровування чорнил;
- висока вартість витратних матеріалів.

Порівняння УФ-друку та сублімації наведено в табл. 5.1.

В результаті аналізу двох технологій можна зробити висновок, що найбільш сучасним підходом в професійному друці на дерев'яній поверхні є УФ-друк. Вартість методу з використанням ультрафіолетового

випромінювання порівняна з цінами на сублімаційний друк. УФ-технологія також забезпечує високу якість готового зображення та екологічність. Зображення більш насичене та яскраве, можливість нанесення білої фарби, відрізняється високою вологостійкістю, стійкістю до стирання і майже не піддається впливу зовнішніх факторів.

Таблиця 5.1 – Порівняння видів друку

№ п/п	Критерії	УФ-друк	Сублімаційний друк
1	Якість	Висока	Висока
2	Задрукований матеріал	Широкий вибір	Обмежений вибір
3	Спосіб перенесення зображення	Прямий	Непрямий
4	Тираж	Невеликі тиражі	Невеликі тиражі
5	Швидкість друку	Висока	Знижується за рахунок різних процесів
6	Можливість друку білою фарбою	Є	Немає

Переваги ультрафіолетового друку зображень на фанері обумовлені особливостями технологічного процесу:

- готовий виріб захищений від впливу вологи;
- дерево не вицвітає і не вигорає з часом;
- виріб виходить довговічним;
- безпечно для здоров'я.

## 5.2 Технологія лазерного різання та гравіювання

Технологія лазерного гравіювання та різання використовується для порізки різних матеріалів в залежності від виду лазерного верстату та його потужності.

Лазерне різання – технологія різання і розкрою матеріалів, де використовується лазер високої потужності і зазвичай застосовується на

промислових виробничих лініях. Сфокусований лазерний промінь, зазвичай керований комп'ютером, забезпечує високу концентрацію енергії і дозволяє розрізати практично будь-які матеріали незалежно від їх теплофізичних властивостей. У процесі різання, під впливом лазерного променя матеріал ділянки, що розрізається, плавиться, займається, випаровується або видувається. При цьому можна отримати вузькі прорізи з мінімальною зоною термічного впливу. Лазерне різання відрізняється відсутністю механічного впливу на опрацьований матеріал, різку можна здійснювати з високим ступенем точності. Завдяки великій потужності лазерного випромінювання забезпечується висока продуктивність процесу в поєднанні з високою якістю поверхонь різку. Легке і порівняно просте управління лазерним випромінюванням дозволяє здійснювати лазерну різку по складному контуру плоских та об'ємних деталей і заготовок з високим ступенем автоматизації процесу [24].

Всі лазерні пристрої поділяються на газові і твердотільні. Традиційні CO<sub>2</sub>-лазери пропускають струм через заповнений газом резонатор і використовують дзеркала для подачі променя і його фокусування. Більш сучасними є твердотільні лазери з волоконною технологією. Цей тип лазера спочатку генерує промінь через серію лазерних діодів, який потім пропускається через оптичні волокна, посилюється і фокусується на заготовці. Але така технологія більш дорога і використовується переважно для металів.

Завдяки перевагам лазерної технології широко поширене застосування її для виготовлення продукції з фанери в рекламній індустрії. Сьогодні з фанери виробляють вивіски і написи для кав'ярень, магазинів, інтер'єрних рішень. Користуються лазерною обробкою при виготовленні: підставок під кружки, магнітів, оригінальних візитниць на стіл, підносів, топерів. Також різання лазером застосовують для виготовлення дерев'яних пазлів і конструкторів, календарів, посуду, прикрас, галантереї, подарункової упаковки тощо.

Для виконання кваліфікаційної роботи необхідне використання технології лазерного різання для виготовлення деталей пазлу з фанери, на яку нанесене зображення шляхом друку. А також нанесення малюнка методом гравіювання, не прорізаючи фанеру наскрізь.

У різання фанери з використанням лазера є багато переваг, а саме [25]:

- здійснення безконтактного різання, поверхня виробу не піддається тиску, забрудненню або деформації;

- при зіткненні фанери з лазерним променем відбувається різке підвищення температури, внаслідок чого виникає підвищення температури в мікро-області впливу променя і випаровується волога, що міститься в фанері;

- зона термічного впливу дуже мала, шов різу має мінімальну ширину 0,01 мм;

- можливість різання матеріалу різної товщини;

- висока якість різання і отриманих виробів, рівні й акуратні краї різу навіть на дрібних і витончених деталях;

- відсутність необхідності докладання фізичних зусиль в процесі різання фанери завдяки обладнанню з ЧПУ (числовим програмним управлінням);

- процесом різання керує комп'ютерна програма, що виключає безпосередню участь людини у процесі різання;

- висока швидкість і точність роботи лазерного верстата;

- мінімальна кількість відходів.

Незважаючи на велику кількість переваг різання фанери за допомогою лазерного променя, у цього сучасного і популярного методу є кілька недоліків:

- якісне лазерне обладнання коштує досить дорого;

- існує ризик загоряння матеріалу або отримання нагару по краях деталей через малу патужність або неправильні налаштування;

- потрібен висококваліфікований фахівець, який знатиме правильні налаштування для певних режимів;

- лазерний верстат потребує велику кількість електроенергії;
- неправильне регулювання лазера, його температури, відстані чи інтенсивності може призвести до браку.

Можна зробити висновок, що технологія різання лазером стала популярним сучасним методом розкрою матеріалів, яка володіє необмеженими можливостями для виготовлення виробів будь-якої складності, навіть з ексклюзивним дизайном в необмеженій кількості. Лазерне різання та гравіювання фанери дозволяє домогтися унікальності малюнка, що відрізняється естетичною привабливістю і красою, при цьому вартість послуги, що надається професійним майстром за допомогою дорогої техніки, є доступною для більшості замовників. Мінімальна ширина різку не перевищує 0,01 мм. За рахунок використання лазера продукція з фанери набуває оригінальний і красивий вид, що зробить розроблювані пазли цікавими та унікальними.

## 6 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 6.1 Вибір програмного забезпечення для створення макетів

Існує велика кількість різних програм, що дозволяють створювати макети для лазерного різання. Головною вимогою є те, що графічний редактор повинен працювати з векторною графікою. Лазерний верстат, на відміну від принтера, завжди працює з векторним зображенням. Растрове зображення можна використовувати тільки для гравіювання, наприклад фотографії.

Серед виробників програмного забезпечення для роботи з растровою і векторною графікою лідируючі позиції займають компанії Adobe та Corel. Найбільш поширеними редакторами для створення векторної графіки є Adobe Illustrator та Corel Draw, які мають певні відмінності.

Для створення серії макетів різки пазлів використовувався графічний редактор Corel Draw, який не поступається Adobe Illustrator ні за популярністю, ні за функціональними можливостями, а навіть має певні переваги для виконання такого роду завдань.

Одна із сильних сторін Corel Draw – це простий інтерфейс, інтуїтивно зрозумілий навіть для людини, яка вперше працює з подібною програмою. Відсутність плаваючих палітр та зручність розміщення впливають на такий параметр як швидкість, за яким лідирує Corel. Просто вибравши об'єкт, його можна пропорційно змінити в розмірах, перекосити, повернути, віддзеркалити, продублювати без необхідності вибору окремих інструментів. Зручна робота з окремими точками кривої.

На відміну від Adobe Illustrator, Corel Draw має більше інструментів для малювання, але в свою чергу поступається кількістю ефектів. Є інструменти для створення вільних і художніх ліній, кривих Безьє, поліліній, контуру,

вимірювальних ліній, ліній-конекторів, ліній по трьом точкам. Присутній великий набір інструментів для створення графічних примітивів, при цьому до примітивів варто віднести не тільки геометричні фігури, але й різні зірки, спіралі, сітки і стрілки. Також особливою відмінністю та перевагою при створенні макету була можливість виділення об'єкта з затиснутою клавішею миші лише при потраплянні його повністю у рамку. Це дозволяє виділяти і переміщувати лише потрібні контури, не зачіпаючи усі.

Векторний графічний редактор Corel Draw підтримує велику кількість форматів файлів, навіть .ai, що є форматом Adobe Illustrator. Файлом, підготовленим для лазерного різання або гравіювання вважається графічний файл у форматі .cdr, що представляє собою сукупність векторних кривих. Цей формат коректно відображається та майже завжди використовується програмними засобами управління лазерним верстатом. Формат файлу .cdr є файлом проекту, створеного у програмі Corel Draw.

Можна зробити висновок, що програма CorelDraw краще підходить для створення досить простих об'єктів, макетів, креслень.

## 6.2 Вибір програмного забезпечення для обробки та підготовки зображень

Найчастіше при виготовленні індивідуальних пазлів на замовлення будуть друкуватися цифрові фотографії, які в свою чергу потребують ретуші, корекції кольору та підготовки до друку.

Графічний редактор Adobe Photoshop є однією з найкращих багатофункціональних програм, яка спеціалізується на обробці растрових зображень, розробляється і поширюється компанією Adobe Systems.

З самої появи Adobe Photoshop одразу адресувався користувачам, які займаються підготовкою друкованих видань. Тому розробники завжди приділяли велику увагу налаштувань друку і її сучасним технологіям.

Він призначений для роботи з графікою, редагування і маніпуляції з цифровими зображеннями. Photoshop підтримує велику кількість колірних

моделей або способів опису кольорів зображення, можливе збереження у файлі додаткових елементів. Файл може включати колірні профілі (ICC), функції перетворення кольору.

За допомогою Adobe Photoshop можна покращити якість цифрових, відсканованих, віддрукованих знімків, проводити корекцію дефектів кольору. Для передачі кольору, роботи зі складною графікою є можливість створення багат шарового зображення, кожен з шарів можна редагувати окремо.

Перевагами та можливостями роботи у Adobe Photoshop є:

- швидка корекція зображень;
- професійне управління кольором і тоном;
- поліпшення зображення;
- обробка зображень за допомогою професійних інструментів;
- професійні можливості композітингу (налаштування непрозорості і заливки декількох шарів одночасно, ефектне накладення зображень, автоматичне суміщення шарів, збільшення глибини різкості тощо);
- ефективний та гнучкий робочий простір;
- прискорена організація робочого процесу;
- велика кількість інструментів та ефектів.

Саме тому для обробки зображень для подальшого друку був обраний графічний редактор Adobe Photoshop.

## 7 РОЗРОБКА СЕРІЇ МАКЕТІВ ФІГУРНИХ ПАЗЛІВ

В даній кваліфікаційній роботі розробляється серія макетів дерев'яних тематичних пазлів. В результаті дослідження споживчого попиту на подарункову продукцію було вирішено створювати макети пазлів для індивідуальних замовлень до найбільших свят та різним отримувачам, а саме: «Новий рік», «День народження», «Сім'я», «Кохання».

Вибір таких тематик зумовлює необхідність виготовити пазли для основної цільової аудиторії і охопити коло споживачів якнайкраще. Серед розроблених макетів можна обрати пазл для подарунку близьким, рідним, друзям, колегам, другій половинці.

Варто відзначити, що кожний пазл містить гарно продумані деталі, всі елементи відповідають тематиці. Для цього використовувався метод асоціацій та аналіз певної тематики пазлу.

Процес розробки макетів пазлів можна поділити на такі етапи:

- аналіз вихідних даних;
- опис тематик, підбір асоціацій;
- відрисовка основних елементів пазлу;
- створення ліній різку між основними фігурами.

При розробці макетів для лазерного різання та гравіювання до нього висуваються такі вимоги [26]:

- файл повинен бути у векторному форматі: CorelDRAW .cdr, Adobe Illustrator .ai, Drawing eXchange Format .dxf, AutoCad .dwg, Encapsulated PostScript .eps, Portable Document Format .pdf;
- текстові елементи повинні бути переведені в криві;
- товщина контуру для лазерного різання повинна мати найменше можливе значення;
- контур фігури, яку необхідно повністю вирізати не повинен мати розривів, навіть мінімальних;

– контури не повинні дублюватися, інакше це призведе до повторного проходження лазерного променя і може зіпсувати виріб або збільшити час виготовлення;

– розміри виробу повинні відповідати реальним;

– різні операції повинні позначатися різним кольором;

– відстань між лініями для лазерної різки товстого матеріалу повинна бути не менше 2 мм;

– мінімальна кількість точок на контурі для рівного та швидкого різку;

– файл не повинен містити розмірних ліній та заблокованих елементів;

– розмір поля, що буде вирізатися, повинен мати розмір не більший за робоче поле лазерного верстату і співпадати з розміром листового матеріалу.

Також важливим моментом при створенні пазлів є унікальний контур деталі, такий параметр визначає якість. Деталі не повинні бути перевантажені додатковими лініями для гравіювання. Усі елементи повинні бути з'єднані з іншими з усіх сторін. Кількість деталей у кожному пазлі має бути в діапазоні 100-130 штук.

Згідно до вимог та завдань були розроблені тематичні макети пазлів, формат пазлу 210×300 мм, який є близьким до формату фотографій, приклади наведені у додатку Б. Розробка проводилася у графічному редакторі Corel Draw 2020, всі криві мають товщину «Надтонкий абрис», елементи для різних операцій виділені різним кольором (чорний – лазерне різання, червоний – гравіювання), макети збережені у векторному форматі .cdr.

## 8 ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗОБРАЖЕНЬ ДО ДРУКУ

Для отримання гарного результату у вигляді якісного пазлу, необхідно відповідально віднестися до обробки зображень. Найчастіше цифрові фотографії потребують ретуші, корекції кольору та підготовки до друку.

Обробка здійснюється у графічному редакторі Adobe Photoshop. Обробка цифрових фотографій ведеться не тільки в колірному просторі RGB, але і в LAB і CMYK. LAB використовується для збільшення різкості, насиченості, позбавлення від сторонніх відтінків. Конвертація з RGB в LAB і назад проходить без втрат. CMYK надає додаткові можливості для корекції і поліпшення темних ділянок.

Після отримання зображення від замовника, необхідно (якщо це потрібно) виконати такі етапи:

- створити макет необхідного розміру, для даної роботи зображення повинне мати розмір 22×31 см і роздільну здатність 300 ррі;
- відрегулювати яскравість і контраст за допомогою рівнів або кривих. Криві можна формувати, використовуючи багато точок. Найбільш часто використовується S-подібна крива: для підвищення контрасту в середніх тонах і дуга для зміни оптичної щільності;
- відрегулювати кольоропередачу, встановивши чорну, сіру та білу точку, використовуючи піпетки в рівнях або кривих, підправити рівні або криві у різних каналах;
  - у разі потреби додати різкість;
  - кадрувати фотографію до потрібного розміру;
  - за необхідності виконати ретуш (прибрати недоліки, ефект червоних очей тощо);
- зберігти зображення у колірній моделі CMYK або з колірним профілем, що використовується обладнанням.

При підготовці макета для цифрового друку не потребується багато зусиль як для інших традиційних видів друку. Головною особливістю при підготовці зображення до УФ-друку є створення шару для друку білої підложки (за необхідності). Для друку зображення на фанері майбутнього пазлу необхідно створити альфа-канал, у якому залити чорним все, що друкується білим.

Зображення, що обирається для друку, має бути якісним, достатньо деталізованим, не мати занадто засвічених або дуже темних областей. Після підготовки зображення має відповідати необхідним розмірам, бути у відповідній колірній моделі з роздільною здатністю для якісного друку.

## 9 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

### 9.1 Вибір додрукарського обладнання

Одним із процесів додрукарського етапу є шліфування фанери. Навіть хороший продукт часто має шорсткості, невеликі забруднення, що перешкоджають отриманню якісної продукції.

Шліфування фанери може здійснюватися різними інструментами або навіть вручну. Найбільш оптимальним варіантом є ексцентрикова (орбітальна) шліфувальна машинка. Вона вважається ефективним та універсальним інструментом для шліфування та полірування різних матеріалів. Основним призначенням цього інструменту є підготовка різних поверхонь під покриття лаком, праймером або фарбою.

Працює ексцентрикова шліфувальна машинка за принципом обертання кола з двома імпульсами: орбітального та радіального, дає можливість полірувати площини різного ступеня кривизни [27].

При виборі шліфувальної машинки важливо звертати увагу на ряд важливих характеристик:

- потужність агрегату;
- частота обертання;
- параметр ходу платформи;
- вага;
- діаметр дисків.

Відповідно до завдання, було обрано ексцентрикову шліфувальну машинку Dnipro-M PE-50S, яка чудово підходить для обробки фанери до та після нанесення ґрунтівки. Інструмент має робочу потужність 420 Вт, кількість оборотів регулюється в діапазоні 6000-13000 об/хв, параметр ходу платформи – 2 мм, вага – 1,8 кг, діаметр круга – 125 мм. Є змінний мішок та можливе підключення до пилососу.

## 9.2 Вибір друкарського пристрою

При виборі друкарського пристрою враховуються такі критерії, як формат, діапазон можливої товщини матеріалу, кількість фарб.

Всі УФ-принтери працюють за одним і тим же принципом. Однак є відмінності в їх конструкції та призначенні. Всі УФ-принтери можна розділити на наступні види [22]:

- рулонні;
- планшетні;
- гібридні.

Рулонні УФ принтери використовуються для друку на банерних тканинах та інших рулонних матеріалах. Ширина друку залежить від моделі, може досягати більше 5 метрів. Відрізняються високою продуктивністю і великою зернистістю друку.

Планшетні УФ принтери умовно поділяють на принтери великого, середнього та малого розміру. Планшетні УФ принтери малого формату мають розмір друкованого поля до 1×1,5 м. Основною відмінною особливістю таких принтерів є використання високоточних друкованих голів з малим розміром краплі, завдяки чому досягається фотографічна якість друку з мінімальною зернистістю і високою деталізацією дрібних об'єктів. Також дане обладнання не має особливих вимог до приміщення, оскільки має невелику вагу і нормальні габарити.

Під гібридними розуміються моделі, в яких не рухається друкарський міст, а стіл замінений рухомою стрічкою яка протягує встановлений на неї матеріал через область друку.

Більшість УФ принтерів мають будову класичного планшетного принтера. Друкарський міст (основний друкарський механізм) рухається над друкарським столом. У друкарському мосту рухається друкарська голова з УФ-лампю (світлодіодами). Після кожного проходу друкарської голови міст зміщується на невелику відстань, і своє переміщення знову робить

друкарська голова, ряд за рядом задруковуючи нову смужку зображення. При кожному русі друкарської голови вмикається УФ-лампа, яка засвічує чергову порцію чорнил. Чорнила при цьому наносяться на матеріал, який встановлюється на друкарський стіл. Стіл має можливість опускатися або підніматися дозволяючи підвести необхідний об'єкт до площини руху друкуючої головки на потрібну висоту (зазор між друкарською головою і матеріалом зазвичай становить 1,5-2 мм). Регулювання висоти здійснюється за допомогою оптичних датчиків, які зупиняють підйом столу з матеріалом при досягненні необхідного зазору. Запас вертикального ходу друкарського столу залежить від конкретної моделі.

Для виготовлення продукції, що розробляється у даній кваліфікаційній роботі було обрано планшетний УФ-принтер Mimaki UJF-3042 MkII (табл. 9.1) [28], який успішно використовують для виготовлення сувенірної та рекламної продукції. Він має невеликий формат, кольорову схему CMYK+W, три друкучі голови, які дозволяють одночасно наносити декілька шарів фарби. Принтер відрізняється високою продуктивністю і якістю друку, універсальністю, сумісністю з найрізноманітнішими матеріалами і володіє широкими функціональними можливостями.

Таблиця 9.1 – Технічні характеристики принтеру Mimaki UJF-3042 MkII

Характеристика	Значення
Технологія друку	Пьезоструменева drop-on-demand
Друкуючі голови	3 друкуючі головки, розташовані в шаховому порядку
Формат	A3+
Максимальна область друку, мм	300×420
Максимальна товщина задрукованого матеріалу, мм	153
Вага матеріалу, кг	До 5
Швидкість друку, м <sup>2</sup> /год	2,48
Максимальна роздільна здатність друку, dpi	1200×1200

Потужність, Вт	800
----------------	-----

Продовження таблиці 9.1

Характеристика	Значення
Об'єм краплі	Змінний (від 5 до 22 пл; максимальний 27 пл)
Чорнила	УФ-затвердження
Кількість фарб	5, 6
Кольорова схема	С М Y K Wh; С М Y K Wh Cl
Система рециркуляції білих чорнил	Є
Джерело УФ-випромінювання	Світлодіодний з повітряним охолодженням; змонтований на друкарській каретці
Система фіксації носія	Система вакуумного притиску (опціонально)
Датчик перешкод	Лазерний промінь
Інтерфейс	Ethernet 1000BASE-T/USB 2.0
Растровий процесор	RasterLink6
Електроживлення	1 фаза: АС 100 – 240В ± 10 %, 50/60 Гц ± 1 Гц
Споживана потужність, Вт	1000
Рівень шуму, дБ	Макс. 70
Умови експлуатації	Температура: +20...30 °С Віднос. волога: 35...65 %
Габаритні розміри (Д x Ш x В), мм	1355 x 1290 x 856
Вага, кг	135

Перевагами та особливостями обраного УФ-принтеру є:

- висока продуктивність;
- система безперервної подачі чорнил;
- повний захист поверхні запобігає негативному впливу пилу на якість друку;
- виключна якість друку як результат використання технологій Mimaki і технології «змінного розміру краплі»;

– безперебійний друк, завдяки використанню технології циркуляції білих чорнил, системи автоматичного визначення забитості дюз і функції компенсації забитих сопел.

### 9.3 Післядрукарське обладнання

Лазерний верстат – це незамінне обладнання для виробництва сувенірних, рекламних та інших виробів. Лазерне гравірування та різання матеріалів здійснюється за допомогою лазерного променя, що проходить через систему дзеркал від випромінювача на фокусуючу лінзу, і здатний проникати на задану глибину виробу. Відсутність контакту з поверхнею, яка обробляється, простота обслуговування, легкість освоєння програмного забезпечення і максимальна точність лазерних верстатів дає можливість значно спростити багато виробничих процесів. Якість гравірування, точність, плавність і товщина ліній різку, безпосередньо залежать від якості виконання всіх елементів і вузлів лазерного верстата. Тому процес вибору такого обладнання є дуже важливим для отримання якісної продукції на виході.

Існує кілька видів лазерів, але у виробництві сувенірної продукції більше всього користуються попитом газові CO<sub>2</sub> лазери. Це пристрої, призначені для обробки всіх типів матеріалів, виключаючи метали.

Принцип роботи полягає у тому, що формування лазерного потоку відбувається в герметичній скляній трубці з декількома відсіками. Обсяг основного заповнений сумішшю газів, яка чутлива до дії електроімпульсу. Сама трубка з'єднана з високовольтним блоком розпалу, що подає розряди та активує таким чином газ. Прийшовши в збуджену форму газове середовище починає випускати лазерні частки, які поступово виходять з трубки стабільним потоком і потрапляють в дзеркало, що відображає, розташоване перед виходом. Цей рефлектор є першим з чотирьох лінз, що входять в оптичну систему газових лазерів. Цей комплекс призначений для передачі потоку від трубки до поверхні матеріалу. Правильно налаштовані дзеркала відображають промінь без втрат в потужності і швидкості. Останній

рефлектор, який представляє собою увігнуту або опуклу лінзу, розміщений безпосередньо над робочою зоною і служить для фокусування лазера на площині в точку необхідного діаметра [29].

Перевагами CO<sub>2</sub> лазерів на виробництві є: швидкість і точність лазерного гравірування та різання, а також потужність і тривалий ресурс роботи лазерної CO<sub>2</sub> трубки.

Для різання та гравіювання фанери товщиною 6 мм необхідний лазерний верстат з ЧПУ (числовим програмним управлінням), потужністю не менше 60 Вт, з потужним компресором, який охолоджує лінзу і видуває продукт горіння із зони різання для уникнення появи нагару на виробі. Чим більша подача повітря, тим чистіше різ, швидше та якісніше виготовлення.

Для виконання післядрукарського етапу виготовлення дерев'яних пазлів був обраний сучасний лазерний гравірувальний верстат з ЧПУ LASER ESG 600 CO<sub>2</sub>, 100 Вт. Цей верстат є компактним, швидким і надійним, створений спеціально для невеликих виробництв. Робоче поле адаптовано під європейський розмір матеріалів. Основні технічні характеристики наведені у таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Технічні характеристики LASER ESG 600 CO<sub>2</sub>, 100 Вт

Характеристика	Значення
Максимальний розмір робочого поля, мм	1060×610
Лампа CO <sub>2</sub> , Вт	Resi 75/100
Виробник	EqMex
Чиллер	фреоновий
Стартова швидкість, мм/с	6-8
Середня споживана потужність, Вт	1600-1800
Розміри верстату, мм	1433 x 1061 x 700
Вага, кг	220

Наскрізне різання фанери товщиною 6 мм здійснюється при потужності 65%, зі швидкістю руху лазера 19-25 мм/с. Гравіювання фанери здійснюється при потужності 23-25% і швидкості 60-80 мм/с. Вказані значення для

верстату з лазерною трубкою потужністю 100 Вт. Щоб домогтися оптимальної якості необхідно індивідуально підбирати параметри потужності та швидкості.

## 10 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Відповідно до завдання, для виготовлення дерев'яних пазлів з індивідуальним зображенням необхідно обрати такі матеріали: дерево, ґрунтівку, фарбу. Також необхідно розрахувати основні матеріали для виготовлення однієї одиниці продукції.

### 10.1 Вибір фанери

Одним з найважливіших факторів, який впливає на якість готової продукції, є вибір матеріалу. Для виготовлення дерев'яних пазлів найбільше підходить фанера, яка виготовляється з екологічно чистої сировини – деревини. На неї можна можна без проблем наносити зображення та різати на лазерному верстаті.

Фанера – листовий деревний багатошаровий матеріал, який складається зі склеєних між собою аркушів спеціально підготовленого лущеного шпону. Фанера формується з декількох листів шпону при взаємно перпендикулярному розташуванні волокон деревини в суміжних листах. Кількість шарів шпону зазвичай непарне: від трьох і більше. [30]. За рахунок багатошарової структури збільшуються показники якості виробу. Товщина і маса матеріалу в такому випадку невелика. Для порівняння, міцність фанерного листа з певною товщиною у кілька разів вище міцності цільного деревного матеріалу. Це пов'язано з тим, що волокна кожного шару розташовуються перпендикулярно відносно один одного. Тому і міцність фанерної продукції значно вище.

Фанеру поділяють на види, марки і сорти за кількома параметрами:

- порода деревини, яка йде на шпон;
- тип клею, спеціальних пропиток та інші особливості виробництва, які визначають основні якості матеріалу;

– якість лицьових шарів і застосування спеціальних покриттів.

За типом деревини фанеру поділяють на листяну і хвойну, для них існують окремі стандарти. Фанера може виготовлятися як зі шпону одного виду, так і з їх поєднанням. Її вид визначається по виду деревини зовнішніх шарів. Фанерні плити, виготовлені з листяних порід характеризуються високими показниками зносостійкості. Найчастіше використовується березовий шпон, який характеризується кращими показниками якості та міцності у порівнянні з хвойними аналогами. До переваг березової фанери відноситься міцність матеріалу і стійкість до зношування.

Існує кілька марок фанери, що розрізняються за своїми властивостями і поділяються залежно від вологостійкості, а саме [31]:

- фанера ФСФ;
- фанера ФК.

ФСФ – фанера, яка склеєна фенолформальдегідною смолою. Міцна і досить стійка до зволоження. Найчастіше застосовується в будівництві. Через використання клею, який має шкідливий вплив на організм людини, не рекомендується використовувати всередині приміщень та для постійного користування і контакту.

ФК – фанера, шари шпону якої склеюються карбамідним клеєм. Матеріал має дещо меншу, ніж ФСФ, вологостійкість. Але при виробництві легше забезпечується екологічна безпека. Фанера ФК має клас емісії формальдегіду Е1 – що означає відсутність змісту шкідливого формальдегіду, завдяки чому вона може бути використовуватися для виробництва дитячих меблів, дитячих іграшок, а також в якості стінових панелей та інших конструкцій при оформленні інтер'єрів. Зазвичай застосовується для виробництва меблів, тари, для внутрішньої обробки, конструкцій, не має шкідливого впливу на організм людини.

Перевагами фанери марки ФК є:

- міцність;
- твердість поверхні;

- унікальна здатність витримувати велике навантаження;
- здатність зберігати свої властивості при температурі від  $-40$  до  $+50$  °С;
- приваблива текстура деревини;
- легкість механічної обробки;
- широкий вибір товщини листа;
- екологічність.

Відповідно до ГОСТ 3916.1-96 фанера з листяних порід поділяється на такі сорти: I, II, III, IV (рис. 10.1) [31].

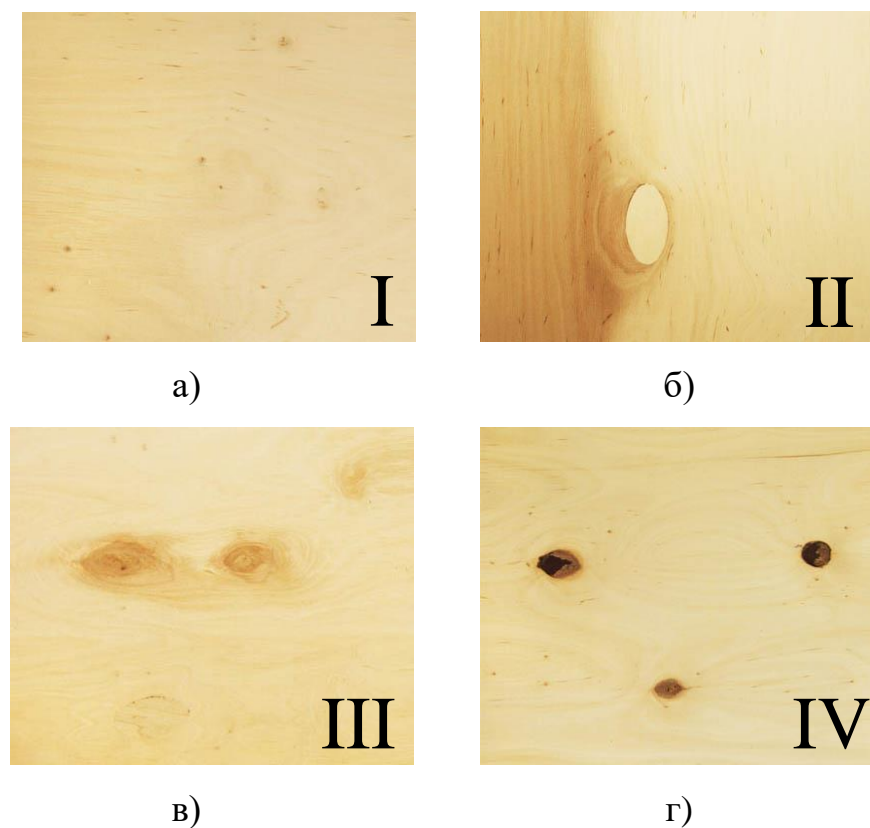


Рисунок 10.1 – Сорти фанери з листяних порід

Фанера першого сорту найякісніша, може мати незначні дефекти або дрібні тріщини, однак в такому випадку довжина таких ділянок повинна бути в межах двох сантиметрів.

Другий сорт присвоюється матеріалу, що має певні просочування клею вставки шпону для закладення сучків або інші включення. При цьому обсяг таких дефектів повинен становити не більше двох відсотків всієї площі

матеріалу. Довжина тріщин або потьоків повинна становити близько 18-20 см.

Для третього сорту характерна наявність чорних крапок, діаметр яких не перевищує 0,5 см, причому кількість таких недоліків має бути в межах 10 см при розгляданні одного квадратного метра фанерної плити.

Четвертий сорт характеризується низькою якістю. В такому випадку допускаються червоточини, пошкодження країв листа, сучки, які випали і т.д. Залежно від сорту формується ціна фанери ФК.

За ступенем механічної обробки поверхні фанеру підрозділяють на:

- нешліфовану – НШ;
- шліфовану з одного боку – Ш1;
- шліфовану з двох сторін – Ш2.

В основному, листи фанери виготовляються стандартних розмірів: 1525×1525 мм або 1250×2500 мм.

Для виготовлення дерев'яних пазлів найкраще підходить використання фанери ФК сорту 1/2 Ш2, яка є найякіснішим матеріалом серед тих, що є на ринку та найбільш екологічним, для споживачів. Товщину матеріалу для пазлів краще обрати 6 мм, тоді готовий виріб буде якісним та привабливим. Листовий матеріал потребує незначної обробки перед друком: шліфування для очищення поверхні, кращого проникнення ґрунтівки та додаткової гладкості.

Для виготовлення пазлів обрана фанера групи компаній «СВЕЗА» – світового лідера у виробництві березової фанери, постачальником якої в Україні є ТОВ «Транс Лок». Матеріал сертифікований за стандартом Лісової опікунської ради (Forest Stewardship Council, FSC). Продукція, що надходить як сертифікована за стандартами FSC, свідчить про те, що вона добувається з лісів, де господарювання провадиться з дотриманням екологічних, соціальних та економічних принципів і критеріїв.

## 10.2 Вибір ґрунтівки

Фанеру відносять до ряду натуральних матеріалів, тому вона може змінювати свій стан, а також стискатися, розширюватися в результаті впливу високої вологості або мінливих перепадів температури. В результаті несприятливих умов прошарок шпону може покритися тріщинами. Щоб уникнути неприємностей та браку при виготовленні дерев'яних пазлів необхідне нанесення ґрунту зі сприятливими властивостями для фанери. Також це важливо для того, щоб фарба, нанесена на дерев'яну основу, якомога довше виконувала свої функції і зберігала привабливий вигляд.

Причинами, у зв'язку з якими необхідне покриття фанери ґрунтовкою є:

- ґрунтовка збільшує стійкість деревини до руйнівного впливу вологи, запобігає розбуханню і деформації;
- ґрунтовка запобігає розтріскуванню деревини і сколів у майбутньому;
- дає можливість кращої адгезії між матеріалом та фарбою;
- можна використовувати ґрунтовку білого кольору для додаткової підложки.

Як правило, всі ґрунтуючі матеріали мають в своєму складі плівкоутворюючі речовини (полімери, клеї, масла, спеціальні добавки). Кожен виробник створює свою власну формулу ґрунту: вводить в нього наповнювачі, що забезпечують швидке висихання, в'язкість та інші особливі властивості; додає фарбувальні пігменти. Залежно від основи, ґрунтовки поділяються на такі види; масляні, алкідні, акрилові, мінеральні. В процесі експлуатації поверхні, оброблені різними ґрунтами, демонструють різні характеристики та якості [32].

Для обробки поверхні фанери, з якої виготовлятимуться пазли, обрано водно-акрилову ґрунтовку, яка найкраще підходить для поставлених завдань. Ця ґрунтовка має основу з акрилу, швидко висихає, не маючи токсичного запаху. Ґрунт утворює захисну плівку і проникає в пори і тріщини деревини, забезпечуючи додатковий механічний захист поверхні основи.

На ринку представлений широкий вибір ґрунтівок для різного призначення, з будь-яким складом та спеціальними домішками. Для ґрунтування фанери для подальшого друку та виготовлення була обрана ґрунтівка для дерева акрилова водорозчинна Capacryl Holz-IsoGrund біла, яка має такі властивості:

- водорозчинна;
- екологічна;
- висока адгезія для наступних покриттів;
- здатність до дифузії;
- підходить для дитячих іграшок згідно стандарту DIN EN 71-3.

Capacryl Holz IsoGrund можна наносити щіткою, валиком або розпилювачем. Основні характеристики наведені у таблиці 10.1 [33].

Таблиця 10.1 – Характеристики ґрунтівки Capacryl

№ п/п	Показник	Значення
1	Час повного висихання	2 години
2	Щільність	1,2 кг/л
3	Витрати	100-130 мл/м <sup>2</sup>
4	Країна виробник	Україна

### 10.3 Вибір фарби

Для струменевого друку використовуються фарби у вигляді чорнил, які характеризуються низькою в'язкістю (від 1 до 30 мПа·с). У їх складі можуть бути барвники та пігменти. Фарби мають бути добре відфільтровані, щоб агломерати пігментів або сторонні включення не забивали вузькі канали і сопла (форсунки) друкуючої головки.

Залежно від виду струменевого друку і матеріалу, знаходять застосування різні рідини: вода, масло, віск, рідкі пластмаси. Шари фарб на водній та масляній основах дуже тонкі (<0,5 мкм), а термопластичні і УФ-

фарби, навпаки, утворюють відносно товсті шари (<10 мкм), так як майже не містять летких компонентів [21].

Обраний спосіб друку диктує вид фарби.

Відповідно, для друку на дерев'яній поверхні за допомогою УФ-принтера необхідно вибрати УФ-чорнила.

У водних чорнил та чорнил на основі розчинників від 50% до 70% обсягу займають речовини, які випаровуються з поверхні після нанесення. На відміну від них, УФ-чорнило являє собою полімер, який при друку практично на 100% переноситься на поверхню і нікуди не випаровується. УФ-чорнила, незважаючи на їх більш високу вартість щодо інших видів чорнил, використовуються до двох разів ефективніше.

УФ-чорнило зазвичай складається з таких компонентів:

- фотоініціатори;
- олігомери;
- мономери;
- барвники;
- спеціальні добавки.

В процесі УФ-затвердіння фотоініціатори – це основні компоненти. Після поглинання ультрафіолетового світла з джерела, розташованого в друкованій каретці, фотоініціатори проникають в реакенти, які запускають хімічну реакцію полімеризації. Даний процес перетворює рідке чорнило в тверду плівку.

Олігомери є речовинами, які визначають кінцеві властивості плівки, включаючи еластичність, стійкість до атмосферних і хімічних впливів.

Мономери присутні в складі чорнила для додання їм спеціальних властивостей, підвищують твердість і стійкість плівки до стирання, але також можуть і збільшити в'язкість хімічної сполуки.

В УФ-чорнилі застосовуються барвники, засновані на фарбах або пігментах. Зазвичай барвники засновані на пігментах через їх велику світловідбиваючу здатність та довговічність у порівнянні з фарбами.

Залежно від формули УФ-чорнила, в них можуть бути включені потокоутворюючі та розріджуючі засоби, антиоксиданти та інші стабілізатори. Для забезпечення рівномірного покриття матеріалу до складу чорнила вводять спеціальні поверхнево-активні речовини. Стабілізатори впливають на термін зберігання чорнила і стійкість складу до нагрівання, яка важлива при високих температурах впрорскування.

Під впливом УФ-випромінювання від джерела фотоініціатори активізують реакцію полімеризації – утворюються міжмолекулярні зв'язки. Процес полімеризації триває ще деякий час після припинення впливу випромінювання. Після включення в реакцію всіх компонентів відбувається повна полімеризація чорнила. На швидкість затвердіння великий вплив робить потужність ультрафіолетового випромінювання. Чим вона вища, тим швидше протікає реакція. Після закінчення хімічної реакції утворюється плівка з міцними молекулярними зв'язками і відпрацьованими фотоініціаторами в структурі [34].

УФ-чорнила мають ряд переваг, серед яких [35]:

- не містять летких органічних компонентів, тому є екологічними і не завдають шкоди навколишньому природному середовищу;
- мають високу адгезію – відмінно зчіплюються з будь-якими поверхнями, що дозволяє застосовувати їх при друці на багатьох матеріалах;
- мають високу оптичну щільність і низький ступінь пропускання світла, що забезпечує значна питома вага пігментів і їх дрібнодисперсний помол;
- забезпечують широкий колірний охват та гарну передачу кольору;
- мають максимальну світлостійкість.

УФ-чорнила поділяються на гнучкі та жорсткі. Використовуються в залежності від поверхні матеріалу, на якому друкується зображення.

Для обраного обладнання у вигляді планшетного УФ-принтеру обрані фарби марки Mimaki LH-100, які призначені для друку на моделі УФ-принтеру Mimaki серії і UJF-3042.

#### 10.4 Розрахунок матеріалів для виготовлення дерев'яних пазлів

Розрахунок матеріалів здійснений для одиниці продукції – дерев'яного пазлу, форматом 210×300 мм. Фанера обробляється грунтом, друк зображення здійснюється з однієї сторони кольоровою схемою CMYK+W.

Для виготовлення дерев'яного пазлу необхідна заготовка з фанери, розміром 220×300 мм. Розрахунок ґрунтівки зроблений на основі даних виробника обраного ґрунту.

Витрати фарби для друку визначаємо згідно з нормою витрат чорнил для УФ-принтерів. Для більшості сучасних принтерів при якісному друці витрати фарби складають 8-10 мл/м<sup>2</sup>.

Результати розрахунків наведені у таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 – Розрахунок матеріалів для виготовлення одного пазлу

№ п/п	Матеріал	Витратна норма матеріалу	Кількість
1	Фанера	0,068 м <sup>2</sup>	1 шт
2	Ґрунтівка для деревини	100 мл/м <sup>2</sup>	6,8 мл
3	УФ-фарба CMYK	8 мл/м <sup>2</sup>	0,544 мл
4	УФ-фарба White	8 мл/м <sup>2</sup>	0,544 мл

## 11 МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Завершальним етапом в проектуванні серії дерев'яних пазлів є складання маршрутної-технологічної карти [19], яка відображає всі операції технологічного процесу в послідовному порядку, а також характеристики використовуваного обладнання, матеріалів та програмного забезпечення (табл. 11.1).

Таблиця 11.1 – Маршрутно-технологічна карта виготовлення продукції

№ п/п	Назва або зміст технологічної операції	Технічна характеристика обладнання, технологічних режимів, програмного забезпечення	Основні матеріали	Методи і технічні засоби контролю технологічних операцій
1	2	3	4	5
1	Розробка макетів пазлів для лазерного різання	Corel Draw 2020	Електронний макет	Візуальний
2	Обробка та підготовка зображення до друку	Adobe Photoshop 2021	Електронний макет	Візуальний
3	Розкрій фанери на заготовки	Лазерний верстат CO2 LASER ESG 600	Лист фанери ФК сорту 1/2 товщиною 6 мм	Візуальний, інструментальний, лінійка
4	Шліфування заготовки	Ексцентрикова шліфувальна машинка Dnipro-M PE-50S	Заготовка з фанери розміром 220×310 мм	Візуальний
5	Нанесення ґрунтівки на заготовку	Ручне	Ґрунтівка водно-акрилова Capacryl Holz IsoGrund	Візуальний
6	Повторне шліфування заготовки	Ексцентрикова шліфувальна машинка Dnipro-M PE-50S	Заготовка, яка покрита ґрунтівкою, шліфувальні диски абразивністю P240	Візуальний

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5
7	Друк індивідуального зображення	УФ-принтер Mimaki UJF-3042 MkII	Відшліфована заготовка з фанери розміром 220×310 мм, УФ-чорнила Mimaki LH-100	Візуальний, інструментальний, лінійка
8	Лазерне гравіювання	Лазерний верстат CO2 LASER ESG 600	Задрукована заготовка з фанери	Візуальний
9	Лазерне різання пазлу	Лазерний верстат CO2 LASER ESG 600	Електронний макет, задрукована фанера	Візуальний, інструментальний, лінійка
10	Пакування	Ручне	Готовий пазл, мішок із мішковини	Візуальний

## 12 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ

### 12.1 Характеристика продукції

У ході виконання кваліфікаційної роботи розроблено серію дерев'яних тематичних пазлів: «Новий рік», «День народження», «Сім'я», «Кохання» для індивідуальних замовлень з друком власного зображення. Розроблена технологічна схема виготовлення, за етапами виробництва якої визначено основний склад робіт та необхідне обладнання. Технологія виготовлення пазлів однакова, відрізняється тільки зображення, яке буде друкуватися, і вибір одного з макетів для лазерного різання. Формат готового виробу – 21×30 см.

Пазли виробляються за наступними етапами: аналіз ринку, розробка макетів, підготовка матеріалу, отримання замовлення, обробка зображення, друк, післядрукарська обробка (лазерне гравіювання та різання), пакування індивідуального замовлення.

Пазл з індивідуальним зображенням або фотографією стане унікальним, оригінальним, цікавим та екологічним подарунком для багатьох.

### 12.2 Оцінка ринків збуту

Український ринок збуту подарункової та сувенірної продукції, виготовленої поліграфічним способом, наповнений досить різноманітними пропозиціями. Власне зображення можна надрукувати на різних матеріалах та виробах: одяг, посуд, елементи інтер'єру тощо. Але з кожним роком споживач стає все більш вимогливим та вибагливим стосовно якості, унікальності та оригінальності продукції. Споживачам все складніше стає обрати подарунок для своїх близьких. Чим цікавіша пропозиція та чим більш

вона виділяється на ринку серед конкурентів, тим більші шанси на успішні продажі.

На основі проведеного дослідження споживчого попиту подарункової продукції, основною цільовою аудиторією такої продукції є жінки та чоловіки, переважно віком 18-35 років з середнім та вище середнього рівнем доходу, які проживають в Україні, користуються соціальними мережами та мережею Інтернет, орієнтуються на вибір оригінальної подарункової продукції, цікавляться головоломками та іграми.

Планується здійснення продажів у соціальних мережах. Територія розповсюдження – Україна.

Основною складовою конкурентоспроможності є якість. Якісна подарункова продукція з акцентом на екологічність та довговічність стане конкурентоздатною на українському ринку.

### 12.3 Конкуренція

Ймовірними конкурентами є інтернет-магазини та підприємства, які займаються схожими послугами та виготовляють схожу продукцію. Такими є компанія «Leeshee» у Харкові, яка виробляє фігурні дерев'яні пазли для дітей та дорослих різної тематики; магазин виробів з дерева для декору «Wortex Woods», які виготовляють пазли з індивідуальним фото або зображенням; компанія «EnjoyTheWoo» з проектом «PuzzleUp», які мають широкий асортимент пазлів круглої форми та компанія «Davicy», яка є російським виробником, але продаж товарів їх виробництва в Україні досить значний.

У середньому, вартість пазлів зі схожим розміром у більшості виробників складає 600-800 грн.

Для підвищення конкурентоспроможності розроблюваної продукції необхідно розробити маркетингові заходи для просування даної продукції та встановити конкурентноспроможну ціну.

Перевагами серед конкурентів є можливість виготовлення індивідуального подарунку на найбільші свята: Новий рік, День народження. Сімейний пазл можна подарувати як рідній людині, так і друзям або колегам з їх власним сімейним фото. Пазл «Кохання» можна подарувати другій половинці на день святого Валентина, на річницю знайомства чи одруження. Раніше такої продукції на українському ринку представлено не було.

#### 12.4 Стратегія маркетингу

Правильна організація маркетингової діяльності дозволяє виробити систему адаптивного реагування підприємства на зміну ситуації на ринках і гарантувати стійкий попит на продукцію.

Розробка стратегії маркетингу передбачає розгляд наступних питань: мета маркетингу, ціноутворення, схема розповсюдження продукції, організація сервісного обслуговування клієнтів, методи стимулювання збуту, реклама, формування громадської думки про фірму і продукції, бюджет маркетингу.

Цілями маркетингу поліграфічної продукції є [36]:

- вивчення аудиторії споживачів продукції;
- дослідження сегмента ринку, на якому буде продаватися продукція.

Як вже було зазначено, цільовою аудиторією продукції є люди з середнім та вище середнього рівнем доходів, які готові платити за якість та оригінальність продукції.

При розгляді питання ціноутворення необхідно обрати мету і метод. При виборі мети ціноутворення слід визначити, якої мети хоче досягти підприємство при виробництві продукції. В даному випадку метою підприємства є збільшення прибутку. При встановленні цін на дану продукцію буде використаний метод «витрати плюс прибуток», при якому ціна встановлюється додатком певного прибутку до середніх витрат.

Важливим елементом плану маркетингу є схема розповсюдження продукції, тобто організація каналів збуту. Канал збуту характеризується

кількістю рівнів, з яких він складається. Оскільки кількість сегментів ринку невелика, в даному випадку використовується нульовий канал збуту (рис. 12.1).

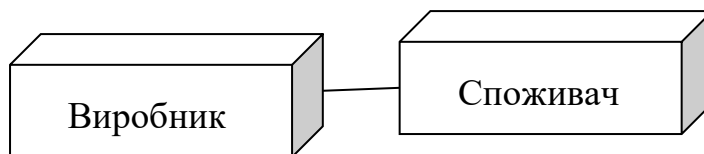


Рисунок 12.1 – Нульовий рівень (прямий маркетинг)

Умовами вигідного використання нульового каналу збуту для даної продукції є:

- незначний обсяг продаж;
- товар є вузькоспеціалізованим і потребує безпосереднього контакту виробника та покупця;
- кількість споживачів відносно невелика.

Сервісне обслуговування клієнтів до продажу полягає в упаковці продукції, після продажу – в доставці продукції та консультації.

Стимулювання збуту здійснюється в напряму стимулювання споживачів шляхом рекламування продукції.

На рекламну програму виділяються обмежені кошти. Рекламна програма передбачає таргетовану рекламу в соціальних мережах та мережі Інтернет для охоплення потенційних споживачів.

## 12.5 Виробничий план

Виробничий план розробляється на основі плану маркетингу. Основна частина даного розділу полягає в тому, щоб представити інформацію про забезпечення випуску продукції, розробити заходи для підтримки і розвитку виробництва. План виробництва включає визначення показників виробництва в натуральному вираженні, розрахунок собівартості та визначення ціни технологічного процесу відповідно до технічних характеристик розробки індивідуальних пазлів.

У даній кваліфікаційній роботі розробляється 4 макети фігурних пазлів, які у подальшому будуть виготовлятися для індивідуальних замовлень з друком власних зображень на вибір на вже існуючому підприємстві. Розробка макетів є разовою послугою (дизайн-аутсорсинг), вартість послуги складає 2 000 грн. Через це дизайнер є не штатним працівником і заробітня плата для нього не розраховується. Витрати на розробку макетів будуть закладені у ціну одиниці продукції, повернути які прогнозується за 1 квартал з обсягом виробництва 100 шт. Витрати занесені до калькуляційної статті «Послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій». Прогнозований обсяг продажів у натуральному вираженні наведений у таблиці 12.1.

Розрахунок показників виробництва у натуральному вираженні представлений в таблиці 12.2.

Таблиця 12.1 – Прогнозований обсяг продажів пазлів

Показник	Од. вим.	Місяць			Квартал
		1	2	3	
Обсяг продажів у натуральному вираженні	шт.	20	30	50	100

Таблиця 12.2 – Визначення показників виробництва в натуральному вираженні

№ п/п	Операція	Од. вим.	Норма часу на од., хв.	Чисельність, ос.
1	Підготовка матеріалу	шт.	15	1
2	Отримання замовлення	год.	10	1
3	Обробка зображення	шт.	10	1
4	Друк	шт.	7	1
5	Лазерне гравіювання та різання	шт.	15	1
6	Пакування	шт.	2	1

Для розрахунку собівартості технологічних процесів виробництва пазлів, необхідно визначити заробітну плату учасників технологічного

процесу. Розрахунок заробітної плати працівникам зроблено з урахуванням усіх процесів та учасників виробництва (табл. 12.3).

Сума єдиного соціального внеску дорівнює 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати, тобто 15,57 грн. на одиницю продукції.

Таблиця 12.3 – Розрахунок заробітної плати працівників

Посада	Чисельність, ос.	Ставка, грн/год	Витрати часу на од., год	Заробітня плата на од., грн	Додаткова заробітна плата (премії та доплати)		Всього, грн.
					процент, %	сума, грн.	
Менеджер-дизайнер	1	70,00	0,34	23,8	5	1,19	24,99
Оператор поліграфічного обладнання	1	65,00	0,20	13	5	0,65	13,65
Оператор лазерного верстату	1	68,00	0,45	30,6	5	1,53	32,13
Всього	3			67,4		3,37	70,77

Також при калькуляції собівартості обов'язково необхідно враховувати вартість основних матеріалів. В даному проекті це: фанера ФК сорту 1/2, ультрафіолетові чорнила СМУК та White, ґрунтівка акрилова. Розрахунки наведені в таблиці 12.4.

Таблиця 12.4 – Розрахунок основних матеріалів

№ п/п	Назва матеріалу	Од. вим.	На одиницю продукції			На прогнозований обсяг виробництва	
			витратна норма матеріалу	ціна матеріалу, грн.	витрати, грн.	кількість матеріалу	витрати, грн.
1	Фанера ФК	лист	0,068 м <sup>2</sup>	583	17,1	3,57	1 710
2	Ґрунтівка акрилова	кг	100 мл/м <sup>2</sup>	215	1,5	0,680	146,2
3	УФ-чорнила	л (СМУК)	8 мл/м <sup>2</sup>	8 092	1,1	54,4	110

		Л (White)	8 мл/м <sup>2</sup>	2023	1,1	54,4	110
4	Мішок з мішковини	шт	1 шт	10	10	100	1000
Всього					30,8		3 076,2

Для визначення ціни та собівартості продукції також необхідно розрахувати наступні статті:

- витрати на утримання та експлуатацію устаткування (40 % від основної заробітної плати основних виробничих робітників);
- загальновиробничі витрати (45% від основної заробітної плати основних виробничих робітників);
- адміністративні витрати (40% від основної заробітної плати основних виробничих робітників);
- витрати на збут (3% від виробничої собівартості).

Розрахунок собівартості продукції наведено у таблиці 12.5.

Таблиця 12.5 – Розрахунок основних поліграфічних матеріалів

п/п	Показник	Сума витрат на одиницю продукції, грн.	Сума витрат на весь запланований обсяг виробництва, грн.
1	Матеріали	30,8	3 076,2
2	Куповані напівфабрикати та комплектувальні вироби, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій	20	2 000,00
3	Паливо й енергія на технологічні цілі	0,5	50
4	Основна заробітна плата основних виробничих робітників (ОЗП)	67,4	6 740
5	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників (ДЗП)	3,37	337
6	Єдиний соціальний внесок (22,0 % від ОЗП+ДЗП)	15,57	1 557
7	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	26,96	2 696
8	Загальновиробничі витрати	30,33	3 033
9	Виробнича собівартість (сума рядків 1÷8)	194,93	19 489,2
10	Адміністративні витрати	26,96	2 696
11	Витрати на збут (3% від суми рядка 9)	5,8	584,7

12	Прибуток (40% від суми рядків 9÷11)	91,1	9 107,96
13	Відпускна ціна (сума рядків 9÷12)	318,79	31 877,9
14	ПДВ (20% від суми рядка 13)	63,76	6 375,6
15	Ціна з урахуванням ПДВ (сума рядків 13÷14)	382,5	38 253,5

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

$$Ц = ВС + Ва + Vz + П, \quad (12.1)$$

де Ц – ціна реалізації продукції (послуг);

ВС – виробнича собівартість продукції (послуг);

Ва – визнані адміністративні витрати;

Vz – витрати на збут продукції;

П – сума прибутку.

Таким чином, ціна одного дерев'яного пазлу складає 382,5 грн. з урахуванням ПДВ, що є значно нижче за ціну на продукцію конкурентів. Пазл є індивідуальним виробом і виготовлятиметься на замовлення.

## ВИСНОВКИ

Результатом виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є створена серія дерев'яних фігурних пазлів, а також розроблена технологія їх виготовлення.

Дерев'яні пазли з друком індивідуального зображення стануть оригінальним, унікальним та екологічним подарунком для багатьох. Різні варіанти макетів дозволяють обрати таку продукцію як подарунок на різні свята, а також виготовити для рідних, друзів, колег, другої половинки.

Здійснений аналіз аналогів та конкурентів, виділені їх сильні та слабкі сторони. Проведене маркетингове дослідження споживчого попиту подарункової продукції у вигляді дерев'яних пазлів, на основі аналізу його результатів виявлена основна цільова аудиторія та обрані тематики пазлів.

В кваліфікаційній роботі також описані особливості технологічних операцій кожного з виробничих етапів, характеристики використовуваного обладнання, програмного забезпечення і основні матеріали. Особливістю додрукарського етапу є якісна підготовка матеріалу. Для друку по дереву обрано технологію прямого цифрового друку – УФ-друк, який відрізняється можливістю нанесення білої фарби та стійкістю покриття. Також були розглянуті особливості лазерного різання та гравіювання фанери. Описані вимоги до макету для подальшого виготовлення на лазерному верстаті та особливості підготовки зображень для обраної технології друку.

В економічній частині обгрунтовано доцільність виготовлення продукції, розрахована собівартість та ціна, яка становить 382,5 грн і є конкурентноспроможною для даного виду продукції.

Готова робота може застосовуватися для виготовлення індивідуальних замовлень з метою отримання прибутку на підприємствах, які займаються УФ-друком та лазерною різкою або для створення власного інтернет-магазину екологічних та довговічних подарунків – пазлів з дерева.

Приклад виготовленого пазлу наведено у додатку В.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Фундаментальная электронная библиотека. URL: <http://feb-web.ru/feb/ushakov/ush-abc/16/us335821.htm> (дата звернення: 01.06.2021).
2. Толковый словарь русского языка: В 4 т. М.: Гос. изд-во иностр. и нац. слов., 1940, Т. 4. 1502 с.
3. Современные технологии изготовления сувенирной продукции. URL: <http://howard.su/publ/7-1-0-34> (дата звернення: 01.06.2021).
4. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: ИТИ Технологии, 2006. 944 с.
5. D. J. McAdam History of Jigsaw Puzzles. URL: <https://web.archive.org/web/20001019002453/http://www.jigsaw-puzzle.org/jigsaw-puzzle-history.html> (дата звернення: 01.06.2021).
6. Ламуру І. Екологічний бізнес – маркетинговий тренд или реальність? URL: <https://marketinga.eu/sustainability/> (дата звернення: 02.06.2021).
7. Тренд на екологічність. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4770905> (дата звернення: 02.06.2021).
8. Екологічний менеджмент на підприємстві. URL: [http://childflora.org.ua/?page\\_id=66](http://childflora.org.ua/?page_id=66) (дата звернення: 02.06.2021).
9. Деревянный пазл ART Dali. URL: <https://leechee.com.ua/derevyannyj-pازل-art-dali> (дата звернення: 02.06.2021).
10. Пазл по фото. URL: [https://woods.in.ua/wood\\_puzzle\\_pofoto](https://woods.in.ua/wood_puzzle_pofoto) (дата звернення: 02.06.2021).
11. Персоналізований пазл URL: <https://puzzleup.com.ua/personalizovanyu-pازل> (дата звернення: 02.06.2021).
12. Деревянные художественные пазлы DAVICI – новый тренд в мировой индустрии подарков. URL: <https://davici.ru/zakaz/> (дата звернення: 02.06.2021).
13. Большой экономический словарь URL: <http://economics.niv.ru/doc/dictionary/big-economic/fc/slovar-209-9.htm#zag-14540> (дата звернення: 03.06.2021).

14. Липчук В.В. Маркетинг: навч. пос. / В.В. Липчук, Р.П. Дудяк, С.Я. Бугіль, Я. Янишин. Львів: «Магнолія 2006», 2012. 456 с.

15. Белова Т.Г. Маркетингові дослідження : Конспект лекцій для студ. за напрямом підготовки 6.030507 «Маркетинг» усіх форм навчання. К.: НУХТ, 2010. 131с.

16. Большой российский энциклопедический словарь. URL: <https://slovar.cc/enc/bolshoy-rus/1732042.html> (дата звернення: 04.06.2021).

17. Дьяконова І.С., Чеботарьова І.Б. Дослідження споживчого попиту на подарунки на прикладі дерев'яних пазлів // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару VI Міжнар. наук.-техн. конф. (3 листопада 2021, м. Харків) / редкол.: В. П. Ткаченко, І. Б. Чеботарьова, О. В. Вовк та ін. Харків: ХНУРЕ, 2021. Т2. 112 с.

18. Бобров В.И., Чёрная И.В. Технология изготовления эксклюзивных изданий URL: [http://storage.elib.mgup.ru/7/bobrov\\_chernaya.pdf](http://storage.elib.mgup.ru/7/bobrov_chernaya.pdf) (дата звернення: 04.06.2021).

19. Методичні вказівки з виконання атестаційної роботи для студентів денної та заочної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» за освітньою програмою «Видавничо-поліграфічна справа» / В.П. Ткаченко, А.В. Бізюк, О.В. Вовк, І.М. Єгорова, В.Ф. Челомбійко. Харків: ХНУРЕ, 2019. 74 с.

20. Харин О.Р., Сувейздис Э. Цифровая печать [Digital Printing]: учеб. пособие. М.: ООО «Книга по требованию», 2015. 358 с.

21. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации: Технология и способы производства. М.: Моск.гос.ун-тпечати, 2003. 1253 с.

22. Технология УФ печати. URL: <https://gedacolor.ru/articles/uv-printing/> (дата звернення: 06.06.2021).

23. Горелик А. Г. Сублимация. М.: Большая Российская энциклопедия, 1995. Т. 4. Химическая энциклопедия. С. 449-451.

24. Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook Of Laser Technology And Applications. Philadelphia: Institute of Physics. 2004. 325 с.

25. Все о резке фанеры: лазерной и фрезерной. URL: [https://rezka78.ru/articles/articles\\_17.html](https://rezka78.ru/articles/articles_17.html) (дата звернення: 06.06.2021).
26. Разработка макетов. URL: <http://cutlwood.ru/services/makets/> (дата звернення: 06.06.2021).
27. Особенности эксцентриковых шлифовальных машин URL: <https://stroy-podskazka.ru/shlifovalnaya-mashina/ekscentrikovye/> (дата звернення: 07.06.2021).
28. Плоттер MIMAKI UJF-3042MKII URL: [https://www.mimaki-russia.com/catalog/uf\\_print/mimaki\\_ujf\\_3042\\_mkii/](https://www.mimaki-russia.com/catalog/uf_print/mimaki_ujf_3042_mkii/)(дата звернення: 07.06.2021).
29. CO<sub>2</sub> лазер. URL: <https://gstroy.ru/article/co2-lazer/> (дата звернення: 07.06.2021).
30. ГОСТ 15812-87. Древесина клеенная слоистая. Термины и определения. М., 1988. 17 с.
31. ГОСТ 3916.1-96. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия. М., 1999. 11 с.
32. Грунтовка для фанеры. URL: <https://vsyakraska.ru/gruntovka/gruntovka-dlya-fanery> (дата звернення: 08.06.2021).
33. Capacryl Holz-IsoGrund. URL: <https://caparol-center.ua/ru/capacryl-holz-isogrund> (дата звернення: 02.06.2021).
34. Анатомия УФ-принтера URL: <https://www.signbusiness.ru/publications/theory/477-anatomiya-uf-printera.php> (дата звернення: 09.06.2021).
35. Ультрафиолетовые чернила. URL: <https://www.orgprint.com/wiki/strujnaja-pechat/uf-chernila> (дата звернення: 09.06.2021).
36. Полозова Т.В. Методичні вказівки до виконання економічної частини атетсаційних проектів (робіт) для студентів усіх форм навчання спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія». Харків: ХНУРЕ, 2018. 48 с.
37. Baranova, V., Zeleniy, O., Deineko, Z., Bielcheva, G., & Lyashenko, V. (2019, October). Wavelet Coherence as a Tool for Studying of Economic Dynamics in Infocommunication Systems. In 2019 IEEE International Scientific-

Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T) (pp. 336-340). IEEE.

38. Chetverykov, G., Kobylin, O., Lyashenko, V., & Deineko, Z. (2019, May). Wavelets as a Tool for Data Mining Technology. In Інформація, комунікація, суспільство 2019: матеріали 8-ої Міжнародної наукової конференції ІКС-2019 (pp. 249-250). Видавництво Львівської політехніки.

39. Бокарева, Ю. С., & Дейнеко, Ж. В. (2015). Исследование влияния цвета при проектировании целевых страниц LandingPage (Doctoral dissertation, НТМТ).

40. Кулишова, Н. Е., Чеботарева, И. Б., Ткаченко, В. Ф., & Гурьева, Н. С. (2013). Поддержка стабильности цвета в открытых полиграфических системах: Монография.

41. Baranova, V., Zeleniy, O., Deineko, Z., & Lyashenko, V. (2019, October). Stochastic Frontier Analysis and Wavelet Ideology in the Study of Emergence of Threats in the Financial Markets. In 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T) (pp. 341-344). IEEE.

42. Дурняк Б. В., Ткаченко В. П., Чеботарьова І. Б. Стандарти в поліграфії та видавничій справі: довідник //Львів: Українська академія друкарства. – 2011.

43. Челомбїтько В.Ф. Побудова орнаментів з елементами симетрії відносно точки з використанням R-функцій / В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбїтько // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Збірник наукових праць. – Вип. 28. – Харків, 2011. – С.99–103.

44. Челомбїтько В.Ф. Спосіб опису та побудови симетричних орнаментів за допомогою R-функцій / В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбїтько // Міжвідомчий 18 науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 8. – К.: Віпол, 2011. – С.301–307.