



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)

« 20 » травня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові \_\_\_\_\_ *Міхаєвич Марії Олексіївні* \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ *Проектування технології виготовлення smart-пакування* \_\_\_\_\_

Затверджена наказом по університету від \_\_\_\_\_ 20 травня 2024 р. № 458 Ст \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_ 18 червня 2024 р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи

*назва і призначення пакування – пакувальна продукція для свіжих ягід;  
тип і комплектність продукції – споживче пластикове пакування з картонним  
додатком «рукав»; формат, мм: в розгортці 251×95 мм; в збірці: 95×54×103; тираж: 6  
тис. прим; кольоровість: 4+0; спосіб друку: офсетний; матеріал: целюлозний картон  
щільність 270 г/м<sup>2</sup>*



4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

*Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу; Аналітичний огляд літератури за темою;  
Розробка технічної характеристики макету пакувальної продукції, що проектується;  
Розробка схеми технологічного процесу виготовлення етикетково-пакувальної продукції;  
Вибір та обґрунтування способів друку і друкарського обладнання; Розробка вимог до  
поліграфічного оформлення; Розробка оригінал-макету пакування, розробка конструкції і  
розгортки пакування, підготовка зображень, верстання оригінал-макету пакування,  
розробка монтажного макету, штанц-форми для висічки, вибір і розрахунки кількості  
основних матеріалів; Опис технічних засобів що використовувалися під час створення  
оригінал-макету; Маршрутно-технологічна карта виготовлення продукції; Результати  
проектування; Економічна частина; Висновки.*

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій

*Вихідні дані проектування; Способи друку; Порівняльна характеристика обладнання;  
Технічна характеристика пакування; Технологічна схема виготовлення пакувальної  
продукції; Розрахунки матеріалів; Технології Smart-пакування; Маршрутно-  
технологічна карта виготовлення картонної упаковки; Економічна частина; Висновки.*

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Білець Д. Ю.		17.06.24
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу	26.05	
2	Аналітичний огляд літератури за темою	26.05	
3	Розробка технічної характеристики макету пакувальної продукції, що проектується	26.05	
4	Розробка схеми технологічного процесу виготовлення етикетково-пакувальної продукції	28.05	
5	Вибір та обґрунтування способів друку і друкарського обладнання	30.05	
6	Розробка вимог до поліграфічного оформлення	30.05	
7	Опис технічних засобів що використовувалися під час створення оригінал-макету;	3.06	
8	Маршрутно-технологічна карта виготовлення продукції	5.06	
9	Економічна частина	13.06	
10	Оформлення пояснювальної записки	15.06	
11	Оформлення графічної частини	15.06	


Дата видачі завдання 20 травня 2024 р.

Студент

  
(підпис)

Міхаєвич М.О.

Керівник роботи

  
(підпис)

доц. Білець Д. Ю.  
(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 68 с., 10 табл., 16 рис., 1 дод., 24 джерел.

СПОЖИВЧЕ ПАКУВАННЯ, КАРТОННА УПАКОВКА, ОРИГІНАЛ-МАКЕТ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ОФСЕТНИЙ ДРУК, СВІЖІ ЯГОДИ, SMART-ПАКУВАННЯ, RFID ТЕГИ.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка проекту пакувальної продукції для свіжих ягід у пластикових контейнерах, картонного рукава з використанням технологій Smart-пакування, таких як температурно-часовий сенсор та RFID тег.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення картонного пакування-рукава для пластикових контейнерів з ягодами з використанням технологій Smart-пакування.

У кваліфікаційній роботі бакалавра розглянута технологія виготовлення пакувальної продукції з картону; підготовлено оригінал-макет пакування; розроблені конструкція та розгортка упаковки; обрані й обґрунтовані графічні та шрифтові складові дизайну пакування. Розглянуто програмне забезпечення, що використовувалося у процесі створення розгортки, та технічні засоби, що використовувалися під час створення оригінал-макету. Обрано спосіб друку і необхідне друкарське обладнання. Проведені розрахунки кількості основних матеріалів; складена маршрутно-технологічна карта виготовлення пакування.

Також у роботі виконано економічне обґрунтування проекту, здійснено розрахунок собівартості та ціни продукції.

## ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 68 p., 10 tables, 16 figures, 1 appendices, 24 sources.

CONSUMER PACKAGING, CARDBOARD PACKAGING, ORIGINAL LAYOUT, TECHNOLOGICAL SCHEME, OFFSET PRINTING, FRESH BERRIES, SMART PACKAGING, RFID TAGS.

The purpose of this qualification work is to develop a project for a packaging product of fresh berries in plastic containers, and a cardboard sleeve using Smart-packaging technologies, such as a temperature-time sensor and an RFID tag.

The object of research is the technological process of manufacturing cardboard packaging type «sleeve» for plastic containers for fresh berries using Smart-packaging technologies.

In the bachelor's qualification work, the technology of manufacturing packaging products from cardboard is considered; an original packaging layout has been prepared; packaging design and layout has been developed; graphic and font components of packaging design have been selected and substantiated.

The software used in the process of creating the layout and the technical means used during the creation of the original layout are considered. The printing method and necessary printing equipment are selected. Calculations of the amount of basic materials were carried out; a route-technological map of packaging production is compiled.

Also, in the work, the economic substantiation of the project was performed, the calculation of the prime cost and the price of production was carried out.

## ЗМІСТ

	С.
1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ .....	10
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ .....	13
2.1 Поняття smart-пакування, його призначення .....	13
2.2 Різновиди smart-пакування .....	15
2.3 Області застосування та ринкові можливості .....	19
2.4 Технології розробки smart-пакування.....	20
3 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАКЕТУ ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ.....	23
4 РОЗРОБКА СХЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕТИКЕТКОВО-ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	25
5 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ДРУКУ І ДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ .....	28
6 РОЗРОБКА ВИМОГ ДО ПОЛІГРАФІЧНОГО ОФОРМЛЕННЯ .....	34
6.1 Розробка оригінал-макету пакування .....	34
6.2 Розробка конструкції і розгортки пакування.....	36
6.3 Підготовка зображень.....	38
6.4 Верстання оригінал-макету пакування.....	39
6.5 Розробка монтажного макету, штанц-форми для висічки .....	41
6.6 Вибір і розрахунки кількості основних матеріалів .....	43
7 ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛОСЯ .....	47
8 ОПИС ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛИСЯ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ОРИГІНАЛ-МАКЕТУ .....	50
9 МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ .....	52
10 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	55
10.1 Характеристика продукції.....	55

10.2 Оцінка ринків збуту .....	55
10.3 Конкуренція .....	56
10.4 Виробничий план .....	57
10.5 Організаційний план.....	61
10.6 Фінансовий план .....	61
ВИСНОВКИ .....	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ І ПОСИЛАНЬ .....	66
ДОДАТОК А .....	69

## ВСТУП

Історичний розвиток упаковки розпочався з найпростішої потреби у збереженні продукції, але сьогодні вона стала невід'ємною частиною бізнес-моделей компаній, що базуються на харчових продуктах та їх реалізації. Основні функції упаковки полягають у тому, щоб утримувати їжу, захищати її від несприятливих зовнішніх впливів і пошкоджень під час транспортування, полегшувати зберігання та спілкуватися з клієнтами, пропонуючи інформацію про її вміст. Сьогодні, окрім захисного шару навколо продукту, упаковка відіграє важливу роль у приверненні інтересу клієнтів, відрізняючи продукт від його альтернатив і підвищуючи його видимість за допомогою форми та дизайну.

Основною функцією харчової упаковки є забезпечення якості та безпеки харчових продуктів під час зберігання та транспортування, та продовження терміну зберігання шляхом запобігання хімічному забрудненню, контакту з киснем, вологістю, світлом, фізичних чинників та псування, спричинене мікроорганізмами. Напівфабрикати надійні лише в тому випадку, якщо вони не становлять небезпеки чи ризику для здоров'я споживача протягом усього процесу «від поля до лавки».

Незважаючи на величезний внесок традиційних технологій пакування харчових продуктів у розвиток систем доставки їжі до недавнього часу, ці методи більше не можуть повноцінно відповідати зростаючим вимогам споживачів. Звичайні системи пакування мають певні обмеження, особливо щодо продовження терміну придатності та забезпечення безпеки харчових продуктів.

Збільшення промислового використання та розвиток технологій призвели до зростання споживчих вимог і змінили тенденції харчової промисловості в тому ж напрямку. У той час як мета виробників полягає в тому, щоб пакувальний матеріал зберігав їжу свіжою якомога довше, клієнти хочуть переконатися в свіжості їжі на власні очі, не відкриваючи упаковку.

Паралельно зі збільшенням асортименту продукції, споживачі більш прискіпливо ставляться до того, що вони хочуть. Звертають увагу на те, чи є процес виробництва санітарно-гігієнічним. Активні та інтелектуальні (active and smart) пакувальні системи були розроблені для задоволення зростаючих споживчих вимог і тенденцій промислового виробництва. В останні роки швидка індустріалізація, зростання населення та зміна способу життя призвели до збільшення попиту на оброблені та упаковані харчові продукти.

Це, у свою чергу, призвело до того, що пакувальний сектор розвивається разом із харчовим сектором.

Харчова промисловість, що розвивається, і зростаючий попит на тривале зберігання та збереження харчових продуктів породили потребу в розробці методів, які могли б легко контролювати та зберігати свіжість і безпеку харчових продуктів протягом усього терміну їх зберігання (виробництво, зберігання, транспортування та споживання).

Розумні датчики та етикетки, які можна додати на упаковку, представляють технологію наступного покоління, яка допоможе контролювати стан продуктів у цілому, має дві основні категорії, а саме інтелектуальну упаковку та активну упаковку.

Данна робота досліджує ці види новітнього пакування та пропонує можливий варіант макету такого пакування.

## 1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Сьогодні споживачі оточені сучасними технологіями в кожному аспекті свого повсякденного життя, що робить зручність та інновації невід'ємними складовими на кожному кроці. Пакувальна промисловість для харчових продуктів не є винятком із цієї технологічної еволюції. Основним завданням упаковки завжди був захист продукту. Однак просто служити бар'єром між продуктом і зовнішнім середовищем уже недостатньо для задоволення вимог сучасних вимогливих клієнтів.

У міру розвитку дизайну упаковки розвивалися й технології, які покращують захист. Сучасні споживачі очікують, що упаковка забезпечить більше, ніж просто базовий захист; вони хочуть, щоб це гарантувало безпеку продукту, пропонувало відповідну інформацію та навіть покращувало їхній загальний досвід. У цьому контексті пластикові контейнери стали найбільш економічно ефективним і широко використовуваним пакувальним рішенням. Однак виникає запитання: скільки інформації та безпеки насправді можуть запропонувати пластикові контейнери?

Інтеграція технологій розумного пакування є значним прогресом у цій галузі. Smart-пакування може краще захищати продукти від специфічних фізичних і бактеріальних пошкоджень, а також безпосередньо взаємодіяти зі споживачами. Ця взаємодія створює більш привабливий і задовільний досвід користувача, використовуючи доступні сьогодні технології.

Цей проект спрямований на досягнення двох основних цілей: по-перше, створити безпечну та візуально привабливу упаковку; по-друге, інтегрувати технології Smart-пакування в дизайн, позиціонуючи його над існуючими аналогами та конкурентами на ринку. Обраний продукт для цього дизайну упаковки – свіжі ягоди.

Початковий крок у розробці концепції упаковки передбачає вибір відповідної форми та типу упаковки. Цей вибір має поєднувати практичність та інновації, гарантуючи, що упаковка є зручною для користувача та здатною

ефективно захистити делікатний вміст. Далі, вкрай важливо вибрати матеріали, які є легкодоступними, економічно ефективними та водночас достатньо міцними, щоб забезпечити необхідний захист. Матеріали також мають бути екологічно чистими, щоб відповідати зростаючому споживчому попиту на стійкі пакувальні рішення.

Після вибору матеріалу процес розробки переходить до створення початкових концептуальних проектів. Ці конструкції постійно вдосконалюються для досягнення оптимального балансу між естетикою та функціональністю. Основна увага приділяється не тільки зовнішньому вигляду упаковки, але й її ергономічним властивостям і простоті використання. Після завершення концептуальних проектів планується детальна конструкція та компонування продукту.

Згодом створюються зображення та ілюстрації, які ретельно редагуються та готуються до друку. Цей етап є критично важливим, оскільки він гарантує, що візуальна привабливість упаковки узгоджується з ідентичністю бренду та маркетинговою стратегією. Графічні зображення мають бути якісними та інформативними, надавати споживачам всю необхідну інформацію про продукт, включаючи поживну цінність, інструкції із застосування та терміни придатності.

Інтеграція технологій інтелектуального пакування є наступним ключовим етапом.

Це передбачає включення таких функцій, як QR-коди, теги RFID або датчики, які можуть взаємодіяти зі смартфонами споживачів. Ці технології можуть надавати інформацію про свіжість продукту в режимі реального часу, відстежувати ланцюжок постачання та надавати інтерактивний вміст, наприклад рецепти чи рекламні пропозиції.

Розумна упаковка також може підвищити безпеку, попереджаючи споживачів про потенційне забруднення або псування.

Нарешті, проект завершується виготовленням оригінал-макету.

Вихідними даними до проектування є:

- назва і призначення пакування - картоне пакування рукав поверх пластикового контейнеру;
- тип і комплектність продукції – одностороннє картонне споживче пакування;
- формат - 251×95 мм;
- тираж у тис. примірників – 6 тис.;
- кольоровість – 4+0;
- оздоблення і зовнішнє оформлення продукції – ілюстрації, дизайн, лакування.

Отже, поєднуючи безпечний і привабливий дизайн з передовими технологіями інтелектуального пакування, цей проект спрямований на створення макету упаковки для свіжих ягід, яка не тільки зберігає продукт, але й покращує враження споживача, встановлюючи новий стандарт на ринку за допомогою використання технологій Smart-пакування.

## 2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

### 2.1 Поняття smart-пакування, його призначення

У літературі існує багато визначень smart-пакування. Його можна визначити як упаковку, що виробляється за допомогою додавання нових функцій до пасивної упаковки, або як матеріал, який не лише поліпшує основні функції, але також може реагувати на зовнішні подразники. Smart-пакування описується як застосування активної або інтелектуальної технік, що передбачає взаємодію між упаковкою та їжею (вмістом упаковки) або внутрішньою газовою атмосферою, та відповідає очікуванням споживачів щодо продуктів високої якості, свіжості та безпеки.

Smart-пакування запобігає росту патогенних мікроорганізмів та руйнівних мікроорганізмів, перешкоджає транспортуванню забруднювачів та продовжує термін придатності, зберігаючи безпеку та якість продукту. Іншими словами, активне пакування має інтерактивні властивості.

Smart-пакування має здатність спілкуватися з навколишнім середовищем у ланцюжку постачання або зі споживачем. Це досягається за допомогою принаймні однієї з електронних, механічних, хімічних, електричних або онлайн-технологій. Ці системи спрямовані на поліпшення функцій упаковки, щоб відповісти зростаючим вимогам споживачів, зростаючим регуляторним вимогам та зростаючому інтересу до безпеки.

Smart-пакування може мати різноманітні функції або застосування, але в цілому воно має дві категорії, а саме активна упаковка та інтелектуальна упаковка [1, 3].

Упаковку можна назвати активною, якщо вона виконує певну роль, крім створення інертного бар'єру для зовнішнього середовища [1,2]. Активну упаковку можна визначити як систему, в якій продукт, упаковка та навколишнє середовище позитивно взаємодіють для продовження терміну придатності або досягнення певних характеристик. Його також визначають

як тип упаковки, який змінює стан упаковки, щоб подовжити термін придатності або покращити безпечність або сенсорні властивості, зберігаючи при цьому якість упакованої їжі. Відповідно до регламенту 1935/2004/ЕС та 450/2009/ЕС активні матеріали та вироби призначені для продовження терміну придатності або підтримки або покращення стану упакованих харчових продуктів. Вони призначені для навмисного включення компонентів, які виділяють або поглинають речовини в упаковану їжу чи середовище, що оточує їжу, або з них [2].

Метою активної упаковки є покращення збереження їжі в упаковці, а продовження терміну придатності передбачає застосування різних стратегій, як-от контроль температури, видалення кисню, контроль вологи, додавання хімічних речовин, таких як сіль, цукор, вуглекислий газ або природні кислоти, або їх поєднання з ефективним пакуванням [2, 3].

Ці розробки в активній упаковці призвели до прогресу в багатьох сферах, включаючи уповільнене окислення в м'язових продуктах, контрольовану швидкість дихання в садових продуктах, ріст мікробів і міграцію вологи в сухих продуктах. Крім того, активна упаковка також маніпулює селективністю, щоб змінити атмосферну концентрацію газоподібних сполук всередині упаковки шляхом нанесення покриття, мікроперфорації, ламінування, спільної екструзії або змішування полімерів.

Інтелектуальна упаковка в основному використовується для моніторингу стану упакованих харчових продуктів, таких як м'ясо, для фіксації та надання інформації про якість упакованого товару під час транспортування та зберігання [3].

Інтелектуальна упаковка надає комплексне пакувальне рішення, яке, з одного боку, відстежує зміни в продукті чи його середовищі (інтелектуальне), а з іншого боку реагує на ці зміни (активне)».

Розумна упаковка використовує хімічні датчики або біосенсори для моніторингу якості та безпеки продуктів харчування на всьому шляху від виробника до споживача.

Як і раніше розглянута технологія, розумна упаковка використовує різноманітні датчики для моніторингу якості та безпеки харчових продуктів, наприклад, шляхом виявлення та аналізу свіжості, патогенів, витоків, вуглекислого газу, кисню, рівня рН, часу або температури.

Конкретні функції конкретних інтелектуальних рішень для упаковки відрізняються та залежать від фактичного продукту, наприклад, продукти харчування, напої, фармацевтичні препарати або різні види товарів для здоров'я та домашнього вжитку. Подібним чином різняться точні умови, які потрібно контролювати, транспортувати або коригувати відповідно[2].

Розумна упаковка дозволяє відстежувати товар протягом життєвого циклу, а також для аналізу та контролю середовища всередині або поза упаковкою, щоб повідомити її виробника, продавця або споживача про стан продукту у будь-який момент часу

## 2.2 Різновиди smart-пакування

Поглиначі кисню є різновидом активного пакування і мають вирішальне значення в упаковці харчових продуктів, щоб запобігти росту мікробів, утворенню запаху, зміні кольору та втраті поживних речовин через високий рівень кисню. Ці системи пропонують економічно ефективну альтернативу вакуумній або газовій упаковці, покращуючи якість продукту та термін зберігання [1].

Як правило, системи поглинання кисню включають хімічне окислення порошку заліза або реакції на основі ферментів. Системи на основі заліза, наприклад широко поширений Ageless, розроблений Mitsubishi Gas Chemical Company, використовують пакети з оксиду заліза, які реагують з киснем.

Кількість і тип необхідного абсорбенту залежать від таких факторів, як початковий рівень кисню, проникність пакувального матеріалу та властивості їжі. Системи на основі заліза добре працюють з різними харчовими продуктами та умовами зберігання, включаючи охоложене та

заморожене середовище. Ензиматичні системи, незважаючи на ефективність, є більш дорогими та чутливими до температури, рН та інших факторів. Однак пакети для поглинання кисню не підходять для рідких харчових продуктів через ризик розливання та потенційну небезпеку проковтування, що вимагає чіткого маркування для запобігання випадковому споживанню [1,5].

Контроль надлишкової вологи в харчовій упаковці також має вирішальне значення для запобігання росту мікробів і утворенню туманної плівки, що може погіршити якість продукту та термін зберігання. Поглиначі вологи, такі як силікагель, молекулярні сита та хлорид кальцію, поглинають і утримують молекули води з навколишнього середовища. Вони знижують відносну вологість у вільному просторі упаковки, знижуючи ризик розвитку бактерій і цвілі. Силікагель, який широко використовується через його нетоксичні та некорозійні властивості, є популярним вибором серед поглиначів вологи. Ці поглиначі особливо ефективні в пакувальних матеріалах з високим бар'єром. Вони діють шляхом фізичного або хімічного поглинання, залежно від речовини. Загалом поглиначі вологи є важливими компонентами харчової упаковки для підтримки якості продукту та продовження терміну зберігання [1].

Етилен, гормон, що міститься у фруктах і овочах, прискорює дозрівання та старіння, скорочуючи термін їх зберігання за рахунок збільшення частоти дихання та деградації хлорофілу. Щоб протистояти цьому, поглиначі етилену видаляють етилен з упаковки, сповільнюючи старіння та подовжуючи термін зберігання.

Перманганат калію в кремнеземі є широко використовуваною та недорогою системою поглинання етилену. Кремнезем поглинає етилен, тоді як перманганат калію окислює його до етиленгліколю. Незважаючи на ефективність, перманганат калію не додається безпосередньо до пакувальних плівок через його токсичність. Інша система передбачає просочування цеоліту перманганатом калію та покриття його катіоном четвертинного амонію, що дозволяє йому поглинати етилен та інші органічні сполуки.

Етилен впливає на ріст і процеси дозрівання рослин, призводить до перезрівання і псування, що скорочує термін зберігання і призводить до втрат. Інгібітори синтезу етилену або поглиначі відіграють вирішальну роль у збереженні після збору врожаю, щоб уповільнити дозрівання фруктів і овочів, задовольняючи потреби в довгостроковому збереженні якості харчових продуктів [1, 5].

Індикатори відіграють вирішальну роль у передачі важливої інформації споживачам. Вони можуть сигналізувати про наявність або відсутність речовини або вказувати на реакції між різними речовинами. Як правило, індикатори спонукають до миттєвих візуальних змін, таких як зміни інтенсивності кольору або дисперсії барвника на їх поверхні. Ці зміни надають споживачам якісну або напівкількісну інформацію. Індикатори можна розділити на три основні типи: індикатори часу та температури, індикатори свіжості та індикатори газу. Пропонуючи розуміння якості та свіжості продукту, ці показники покращують розуміння споживачами та цінність продукту.

Часово-температурні індикатори (ТТІ) служать для того, щоб вказати, чи був продукт підданий температурі вище або нижче певного порогу, таким чином сповіщаючи споживачів про потенційне виживання мікробів і денатурацію білка під час заморожування або розморожування. Ці індикатори також можуть відстежувати коливання температури в усьому ланцюжку поставок. ТТІ працюють на принципах хімічних, електрохімічних, механічних, ферментативних або мікробіологічних змін, що призводять до видимих реакцій, таких як формування або зміни кольору або механічні деформації. Враховуючи важливість як часу, так і температури для розкладання харчових продуктів, ТТІ відіграють важливу роль у наданні інформації про історію температури упакованих харчових продуктів протягом тривалого часу. Як правило, ТТІ – це невеликі самоклеючі етикетки, призначені для зручного застосування та легкої інтерпретації.

Індикатори свіжості служать для контролю якості харчових продуктів під час зберігання та транспортування, попереджаючи про будь-яке погіршення, викликане впливом несприятливих умов або перевищенням терміну придатності. Ці індикатори дають пряме уявлення про якість продукту шляхом виявлення індикаторів псування, таких як леткі аміни, кондуктометричні зміни або зрушення рН. Вони діють за принципом, згідно з яким розвиток мікробів у їжі змінює її хімічний склад, у результаті чого утворюються органічні кислоти, вуглекислий газ і летючі сполуки азоту. Ці зміни, у свою чергу, взаємодіють з хімічною структурою барвника-індикатора, викликаючи його зміну кольору або інші видимі зміни.

Це створює видимі та легко помітні системи для вимірювання свіжості. Загальні показники свіжості включають сірководень, етанол, діацетил і вуглекислий газ [1–4].

Штрих-коди та мітки RFID відіграють важливу роль у автоматизації процесів ідентифікації та підвищенні ефективності якості та безпеки харчових продуктів у ланцюжку постачання. Хоча вони безпосередньо не надають інформацію про харчові умови, вони забезпечують автоматизацію, відстеження та захист від крадіжки чи підробки. Ці носії даних, як правило, прикріплені до зовнішньої упаковки, а не до самого продукту, полегшують перевірку запасів, відстеження запасів і управління логістикою

Штрих-коди, що містять паралельні проміжки та штрихи, що представляють закодовані дані, поширені в роздрібних торговельних середовищах через їх доступність і простоту. Під час сканування оптичним сканером штрих-кодів закодовані дані передаються в систему для зберігання та обробки.

RFID-мітки представляють собою більш складний носій інформації. Мітки RFID, що складаються з мікрочіпа та антени, взаємодіють із зчитувачами RFID за допомогою радіохвиль. Компоненти цієї системи включають тег, зчитувач і проміжне програмне забезпечення, що полегшує зв'язок і керування даними через локальні мережі або веб-сервери [1, 5–7].

### 2.3 Области застосування та ринкові можливості

Згідно з даними Європейського органу безпеки харчових продуктів(EFSA) у 2022 році в ЄС було зареєстровано 5763 спалахи захворювань харчового походження, що на 44% більше, ніж у 2021 році[4]. Отже, не дивно, що однією з ключових сфер застосування технології розумного пакування є розробка біосенсорів. для виявлення патогенів у їжі.

Інші сфери застосування включають поглиначі вологи, антимікробні пакувальні розчини, випромінювачі вуглекислого газу, поглиначі кисню та антиоксиданти, вбудовані в упаковку.

Загалом технологія розумного пакування має широкий спектр потенційних сфер застосування від моніторингу безпеки харчових продуктів і вживання ліків до відстеження поштової доставки товарів за допомогою вбудованих міток безпеки.

З точки зору клієнта, такі можливості сприймаються як додаткові переваги. У наш час, коли люди постійно підключені до Інтернету, нові способи відстеження та моніторингу придбаних товарів за допомогою відповідних додатків перетворилися на важливу бізнес–можливість для компаній, щоб підвищити задоволеність клієнтів і лояльність.

Розумна упаковка також може бути використана для виявлення неефективності ланцюга постачання, зменшення витрат і помилок, покращення продуктивності продукту та, зрештою, збільшення норми прибутку тощо.

Покращення інфраструктури та ефективності ланцюга постачання може значно також може зменшити втрати їжі, що зробить системи Smart–пакування вирішальними для мінімізації відходів і створення сталого ланцюга постачання. Ці системи не тільки підвищують ефективність розподілу та виявляють псування, але також вирішують питання безпеки харчових продуктів і зменшують витрати на аналіз. Майбутні тенденції можуть включати нові біоактивні Smart–пакування, тоді як покращений збір

даних про харчові відходи є важливим для прийняття рішень та покращення дизайну упаковки. Передові виробничі технології необхідні для зниження витрат виробництва та інтеграції розумних пристроїв у пакувальні лінії. Обізнаність клієнтів про ці системи також має вирішальне значення для їх успішного впровадження [5].

#### 2.4 Технології розробки smart-пакування

Підвищення ефективності розповсюдження для обмеження харчових відходів і виявлення псування з міркувань безпеки може дати значну економію часу та коштів. Однак існує компроміс між можливою економією від зменшення відходів і проблемами безпеки без Smart-пакування і додатковими витратами на виробництво Smart-пакування. Датчики та розумні етикетки є основними компонентами систем Smart-пакування, які контролюють якість харчових продуктів, умови зберігання та зовнішнє середовище як для виробників, так і для споживачів. Розробка методів виготовлення цих елементів, сумісних із поточними стандартами упаковки, має вирішальне значення для зниження витрат на виробництво та розширення їх застосування в різних харчових продуктах.

Електроніка для друку привернула увагу академічних кіл та промисловості завдяки своїй здатності наносити електроніку безпосередньо на гнучкі підкладки економічно ефективним способом. Виробники все частіше використовують методи друку для зниження витрат, наприклад, друковану систему датчиків температури від Thin Film Electronics ASA з живленням від батареї для відстеження температури для свіжих продуктів і друковану етикетку Хегох для автентифікації продукту та відстеження під час розповсюдження. Розуміння переваг, недоліків і загальних витрат різних методів друку має важливе значення для прийняття рішень на ранніх етапах інтеграції Smart-пакування в ланцюг постачання харчових продуктів.

Кілька методів друку зазвичай використовуються для виготовлення електроніки для друку, включаючи глибокий друк, флексографію, трафаретний друк, струменевий та аерозольний друк. Глибокий друк переносить чорнило безпосередньо на підкладку за допомогою тиску, пропонуючи недорогі розумні етикетки з високою швидкістю виготовлення. Флексографія, яка в основному використовується для пакування, забезпечує можливість високошвидкісного друку, придатні для Smart-пакування та Радіочастотна ідентифікація (RFID)[6]. Трафаретний друк забезпечує високу пропускну здатність і роздільну здатність, що робить його придатним для різних матеріалів. Струменевий друк із можливостями нанесення детальних візерунків і низьким утворенням відходів забезпечує баланс між роздільною здатністю та масштабованістю. Однак існують проблеми з використанням високов'язких чорнил, таких як органічні діелектрики та вуглецеві нанотрубки, через закупорку сопел [5-7].

Струменевий друк знайшов застосування для друку продукції виробництва та термінів придатності безпосередньо на пакувальних матеріалах. Крім того, струменева технологія є перспективною для виробництва RFID-міток, пропонуючи економічну перевагу перед традиційними кремнієвими напівпровідниковими методами завдяки використанню провідних полімерів, металевих чорнил і вуглецевих нанотрубок. Також, струменевий друк дозволяє інтегрувати RFID-мітки з можливостями визначення хімічних речовин, наприклад виявлення етилену та вологи. Інший новий метод, аерозольний струменевий друк, забезпечує високу точність і можливість друкувати на нерівних поверхнях, що робить його придатним для різноманітних застосувань, у тому числі для інтелектуального пакування.

У той час як струменевий друк є економічно ефективним підходом порівняно з аерозольним струменевим друком, який потребує значних інвестицій, технології рулонного друку (R2R) ідеально підходять для виробництва великих обсягів. Однак для кращої роздільної здатності друку

кращими варіантами є струменевий друк, трафаретний друк і аерозольний струменевий друк [7].

Незважаючи на потенціал друкованої гнучкої електроніки для інтелектуального пакування, необхідно вирішити кілька проблем. Розумні елементи мають бути легко інтегровані в упаковку, забезпечувати чіткий зворотний зв'язок і бути економічно ефективними у виробництві. Наноматеріали широко застосовуються для друку етикеток для інтелектуальної упаковки з датчиками або індикаторами, які реагують на псування чи інші зміни, змінюючи їх оптичні, механічні чи електричні характеристики тощо.

Однак проблеми залишаються, такі як визначення оптимальних формул рецепторів або електронних чорнил, підвищення надійності, мінімізація енергоспоживання, зменшення варіацій виробництва та ефективна інтеграція інтелектуальних тегів RFID. Крім того, існує потреба подолати ринкові бар'єри, оскільки роздрібні торговці побоюються зниження продажів через попередження, що надаються розумною упаковкою, а споживачі сумніваються в точності та надійності наданої інформації. Ефективні маркетингові стратегії мають важливе значення для максимізації впливу інтелектуальної упаковки на ланцюжок поставок, що потребує спільних зусиль наукових кіл та промисловості.

### 3 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАКЕТУ ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ

В кваліфікаційній роботі бакалавра представлено пакування для свіжих ягід, зокрема розробка дизайну картонного пакування-рукава. Технічна характеристика даної упаковки наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика пакування

№	Технічні характеристики	Пакування, що проектується
1	2	3
1.	Тип продукції	Пакування
2.	Призначення	Споживче пакування
3.	Стосовно упакованого продукту	Зовнішнє пакування(є додатковою складовою, товар може зберігатись без неї)
4.	Матеріал	Офсетний целюлозний картон щільністю 270 г/м <sup>2</sup>
5.	Конструкція <ul style="list-style-type: none"> <li>- форма</li> <li>- розміри (габарити)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Стрічкова</li> <li>- Малогабаритна</li> </ul>
6.	Ступінь міцності	Напівжорстка
7.	Здатність протидіяти проникненню повітря та вологи	Негерметична
8.	За кратністю використання	Разова (призначена для одноразового використання)
9.	За кількістю упакованих одиниць	Групова (для однакових товарів, розміщених в одній упаковці)
10.	Продукція, що упаковується	Ягоди
11.	Технологія виготовлення	Клеєна
12.	Тираж	6000
13.	Спосіб друку	Офсетний друк
14.	Кольоровість	4+0
15.	Декор	Растрові та векторні зображення

## Продовження таблиці 3.1.

1	2	3
16.	Тип друкарських фарб	Фарби для офсетного друку (в'язка, з твердими пігментами і рідким барвником) стандартного кольорового набору СМУК
17.	Основна інформація про товар	- найменування товару, його марку; - дата пакування; - найменування держави, виробника, його адресу та телефон; - масу нетто/обсяг продукту;
18.	Шрифт маркування	Berlin Sans FB, 9pt Berlin Sans FB BOLD, 18pt
19.	Наявність товарного знаку	-
20.	Наявність знаків відповідності	-
21.	Наявність екологічних знаків	+
22.	Наявність штрихового коду	+
23.	Конвертингові операції	Штанцування, висічка, біговка, лакування

#### 4 РОЗРОБКА СХЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕТИКЕТКОВО-ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Технологічний процес є частиною виробничого процесу, який складається із послідовних дій спрямованих на виготовлення виробу, який відповідатиме заданим технічним вимогам. Маючи такі дані як: технічну характеристику видання, основні витратні матеріали, обраний спосіб друку, обладнання та усе необхідне для випуску тиражу, можна реалізувати схему технологічного процесу видання.

Технологічний процес випуску картонного пакування рукав у поліграфічному виробництві загалом поділяється на три основні етапи: додрукарський, друкарський та післядрукарський. Кожен з цих етапів складається з декількох виробничих стадій, які можуть бути присутніми або відсутніми в структурі виробничого процесу.

Картонне пакування рукав виготовляється з однієї частини, яка задруковується тільки з одного боку, вирізається та склеюється. В додрукарський етап технологічного процесу входить обробка текстової та образотворчої інформації та формне виробництво. Після аналізу вихідних даних було прийнято рішення використовувати офсетний друк на машині КВА Rapida 105-5 + L. Особливості конструкції розроблюваного пакування потребують виготовлення штамп-форм на замовлення на сторонньому підприємстві, що відображено в технологічному процесі.

Операції етапу обробки текстової та образотворчої інформації включають:

- розробку ілюстрацій;
- розробку оригінал-макету для друку;
- розробку оригінал-макету для висічки;
- створення електронних файлів штанц-форм.

На друкарському етапі проходить безпосередній друк тиражу. Операції друкарського етапу включають:

- підготовку обладнання до друку;

– друк тиражу пакування.

Післядрукарський етап включає кілька стадій процесів. До оздоблювальних процесів, що використовуються у виготовленні розроблюваного пакування, належить висічка основної частини, яка проводиться на автоматичних висікальних машинах D-MASTER 1300C. До палітурно-брошурувальних. До добірково-пакувальних процесів належить ручна склейка пакування, наклеювання RFID тегів, які друкуються та кодуються за допомогою Zebra ZT411 RFID, та наклеювання елементів смарт-пакування вручну.

Для виробництва серії картонних пакувань рукавів було розроблено схему видавничих технологічних процесів, у якій представлені основні операції та процеси (рис. 4.1, рис. 4.2).

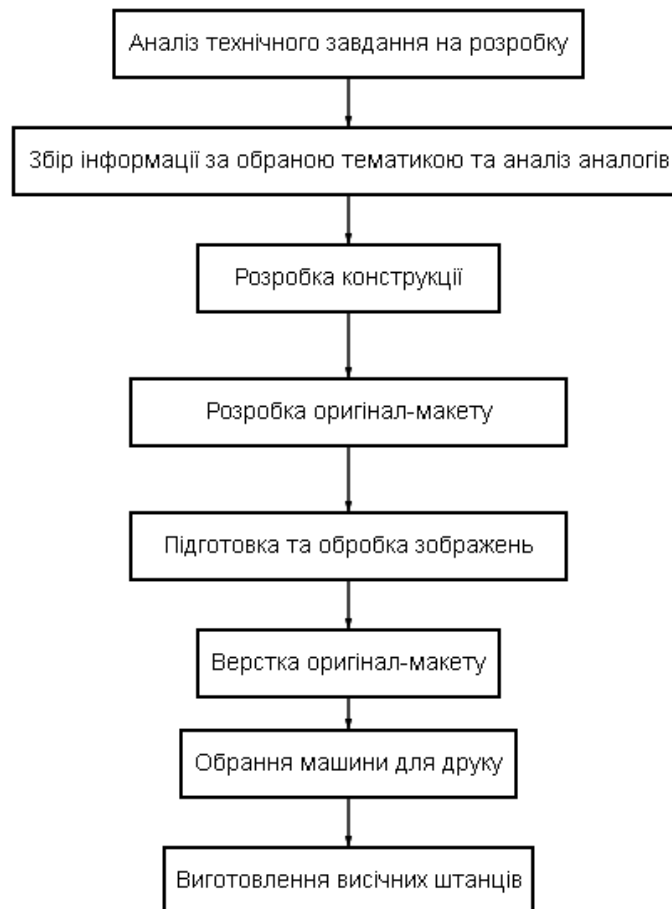


Рисунок 4.1 – Схема технологічного додрукарського процесу



Рисунок 4.2 - Схема технологічного друкарського та післядрукарського процесів

## 5 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ДРУКУ І ДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

У всьому світі для упаковки харчових продуктів використовуються різні матеріали, які забезпечують як зберігання, так і безпеку. Основною вимогою є захист харчових продуктів від псування та збереження їх якості з часом. Звичайні пакувальні матеріали включають скло, папір і біорозкладні полімери. В даний час спостерігається зрушення в бік екологічних пакувальних матеріалів, яким на ринку стає все більше переваг. Полімерні матеріали широко використовуються завдяки своїй легкості, хорошим термічним і механічним властивостям, стійкості до корозії та простоті виробництва [6].

Біополімери все частіше використовуються для біорозкладаних пакувальних плівок, які ефективно запобігають окисленню харчових продуктів і протистоять перенесенню вологи, аромату та розчинників. Ці матеріали часто використовуються як обгортки для різних харчових продуктів. Пакувальні матеріали на основі полісахаридів користуються особливою популярністю через їх низьку вартість, здатність до біологічного розкладання та велику кількість. Крім того, матеріали на основі ліпідів і білків використовуються для розробки їстівних і біорозкладаних плівок. Ці добавки на основі біополімерів не тільки збільшують термін зберігання, але й зменшують калорійність, покращують текстуру та смак харчових продуктів.

Виготовлення пластикових контейнерів здійснюється методом лиття під тиском. Після того, як пластик розплавиться і перетвориться на рідину, він набуває форми, вливаючи його в сталеві форми. Після того, як форма охолоне, пластиковий контейнер приймає точну форму форми і застигає. У цьому виробничому процесі зазвичай використовуються такі види сировини, як поліетилен (PE) або поліпропілен (PPC). Пластикові контейнери можна успішно використовувати в різних процесах, таких як транспортування, зберігання та укладання продуктів.

Після цього вони або закупаються масовим оптом від незалежних компаній, або йдуть безпосередньо до етикеточно – пакувальної машини де додаткові елементи персоналізованого пакування накладаються на контейнер.

Але простий пластиковий контейнер не приверне уваги користувача, тому було вирішено розробити дизайн картонного «рукава» для стандартного пластикового контейнера призначеного для свіжих фруктів.

Для розробки дизайну використовуватимуться такі програми як Adobe Photoshop для обробки та підготовки зображень та Adobe Illustrator для розробки основного макету створюваного пакування.

Для напівжорсткого картону з глянцевою фінішем найбільше підійде офсетний вид друку.

Офсетний друк (off-set – "без контакту") – це технологія, що передбачає перенесення фарби з друкарської форми – формної пластини – на поверхню не безпосередньо, як у цифровому друці, а через проміжні циліндри, відомі як офсетні вали. Офсетний друк зазвичай використовується для друку великих тиражів [9].

При виборі листової офсетної машини необхідно враховувати кілька ключових характеристик запланованого пакування, а саме:

- обраний формат друкованого матеріалу – 620×940 мм;
- товщина картону – з урахуванням щільності картону 270 г/м<sup>2</sup>, його товщина становить 0,44 мм;
- фарбовість – для цього пакування були обрані 4 фарби СМҮК, отже, кількість друкованих секцій в обраній машині повинна бути не менше 4;
- односторонній чи двосторонній друк – для пакування потрібен односторонній друк.

Для вибору оптимального рішення було порівняно характеристики пакування з технічними характеристиками офсетної машини, зокрема проаналізувати такі параметри обладнання:

- максимальний/мінімальний формат листа, мм;
- максимальний формат друку, мм;

- товщина матеріалу, мм;
- фарбовість.

Було розглянуто кілька можливих варіантів для вибору машини офсетного друку (табл. 5.1, табл. 5.2, табл. 5.3):

- Speedmaster CD 102;
- KBA Rapida 105-5 + L;
- 700 DirectDrive.

Таблиця 5.1 – Технічна характеристика друкарської машини Speedmaster CD 102

Макс. формат листа, мм	720 x 1020
Мін. формат листа, мм	340 x 480
Макс. формат друку, мм	710 x 1020
Товщина, мм	0,03 - 1,00
Фарбовість	5
Максимальна, відб. / год	15 000
Лакувальний циліндр	+

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика друкарської машини KBA Rapida 105-5 + L

Макс. формат листа, мм	720 x 1050
Мін. формат листа, мм	360 x 520
Макс. формат друку, мм	710 × 1040
Товщина, мм	0,03 - 1,2
Фарбовість	5
Максимальна, відб. / год	16 000
Лакувальний циліндр	+

Таблиця 5.3 – Технічна характеристика друкарської машини 700 DirectDrive

Макс. формат листа, мм	720 x 1040
Мін. формат листа, мм	340 × 480
Макс. формат друку , мм	710 × 1020
Товщина , мм	0,06 – 0,40
Фарбовість	5
Максимальна, відб. / год	13 000
Лакувальний циліндр	-

З оглянутих варіантів, для друку продукції найкращим вибором є офсетна друкарська машина КВА Rapida 105-5 + L (рис. 5.1). Усі її характеристики відповідають вимогам майбутнього видання та мають резерв у параметрах, що забезпечує стабільність процесу друку.

Також, вона оснащена додатковою секцією для оздоблення, зокрема лакувальною. Лакове покриття продукції забезпечить збереження її первісного стану на тривалий час.



Рисунок 5.1 – Офсетна друкарська машина КВА Rapida 105-5 + L

Для виготовлення електроніки для друку використовується кілька видів друку, включаючи глибокий друк, флексографію, трафаретний друк, струменевий та аерозольний друк.

Струменевий друк знайшов застосування для друку продукції виробництва та термінів придатності безпосередньо на пакувальних матеріалах. Крім того, струменева технологія є перспективною для виробництва RFID-міток, пропонуючи економічну перевагу перед традиційними кремнієвими напівпровідниковими методами завдяки використанню провідних полімерів, металевих чорнил і вуглецевих нанотрубок. Також, струменевий друк дозволяє інтегрувати RFID-мітки з можливостями визначення хімічних речовин, наприклад виявлення етилену та вологи.

У той час як для кращої роздільної здатності друку кращими варіантами є струменевий друк, трафаретний друк і аерозольний струменевий друк, струменевий друк є економічно ефективним підходом порівняно з іншими [6].

Незважаючи на потенціал друкованої гнучкої електроніки для інтелектуального пакування, необхідно вирішити кілька проблем. Розумні елементи мають бути легко інтегровані в упаковку, забезпечувати чіткий зворотний зв'язок і бути економічно ефективними у виробництві [7].

Zebra ZT411 RFID - це вдосконалена версія RFID-принтера ZT410. Його відмінною рисою є кольоровий сенсорний екран діагоналлю 4,3 дюйма, завдяки якому користувач може змінювати конфігурацію пристрою та переглядати зведення про стан.

ZT411 RFID друкує термічно та термопереносні самоклеючі RFID-мітки шириною до 114 мм з роздільною здатністю 203 dpi (рис. 5.2). Він може друкувати та кодувати універсальні мітки UHF RFID або більш товсті мітки для металевих поверхонь. Принтер може спілкуватися через дротові інтерфейси, наприклад USB, RS232 і Ethernet, або бездротово через

Bluetooth 4.1. Металевий захисний корпус налаштований на роботу принтера в складних умовах.



Рисунок 5.2 – RFID-принтер ZT411 RFID.

Автоматичні висікальні машини D-MASTER 1300С призначені для висікання картонної тари та пластику. Цей прес призначений для висікання листових матеріалів високої щільності від 250 г/м<sup>2</sup> і товщиною від 1 до 8,5 мм, гофрокартону Е, В, С, А і АВ.

Вакуумний каскадний живильник забезпечує стабільну та швидку подачу листів, у тому числі пластику. Висота штабеля живильника 1600 мм. Годівниця стандартно оснащена системою нон-стоп з рейками для попереднього укладання з подальшим дозавантаженням, встановлюються на «шпаги», піддони на ходу.

Приймальна машина також оснащена автоматичною системою безперервної роботи NON-STOP з висотою приймального штабеля до 1600 мм.

## 6 РОЗРОБКА ВИМОГ ДО ПОЛІГРАФІЧНОГО ОФОРМЛЕННЯ

### 6.1 Розробка оригінал-макету пакування

Дизайн пакування є ключовою складовою естетичних вимог, що забезпечує привабливий зовнішній вигляд, гармонійну колірну гамму та вдало підібрані шрифти й стилі. Ефективний дизайн пакування має відповідати кільком основним критеріям.

Перш за все, він повинен привертати увагу. Продукт повинен виділятися серед безлічі подібних товарів, адже непомітне пакування приречене на провал. Вдале поєднання кольорів та графічних елементів здатне затримати увагу споживача, зробити товар помітним та запам'ятовуваним завдяки унікальному дизайну, контрастам або зображенню продукту [23].

По-друге, важлива емоційна складова дизайну. Пакування повинно психологічно впливати на споживача, залучати його, викликати позитивні емоції та асоціації. Колір є основним чинником, що впливає на емоційне сприйняття покупця. Він не тільки привертає увагу, але й формує образ товару. Дизайн має бути інформативним, надавати споживачу необхідну інформацію про товар у зрозумілому та лаконічному форматі, не перевантажуючи пакування текстом. Упаковка повинна бути функціональною, виконувати захисні та ергономічні функції, а також сприяти обліку та ідентифікації товару. Гарний дизайн з лаконічною інформацією здатен самостійно продати продукт.

Важливим аспектом ефективного дизайну є колір. Він не тільки привертає увагу, але й справляє психологічний вплив на споживача, формуючи образ упакованого товару. Вибір кольорової гами повинен враховувати сезонність, категорію продукту, стать та матеріальний стан цільової аудиторії. Важливу роль у композиції відіграє ритм, що додає дизайну певної емоційності. Декоративність елементів має викликати

позитивні реакції, базуючись на правильних формах, ритмі та симетрії, притаманних природі [24].

Для дизайну пакування свіжих ягід було обрано пастельні, приглушені кольори: червоний, помаранчевий, жовтий, зелений та синій. Така кольорова палітра додає упаковці ніжності та природності, сприяючи позитивному емоційному сприйняттю продукту споживачем (рис. 6.1).



Рисунок 6.1 – Кольорова палітра

Основним елементом пакування стане повторюваний візерунок, виконаний у мінімалістичному стилі, що включатиме зображення чотирьох видів ягід. Ці ягоди також будуть представлені у вигляді монохромних ілюстрацій, стилізованих під гравіювання, кожна з яких виконана у відповідних кольорах.

Для передачі відчуття натуральності та автентичності було обрано ретро-модерновий стиль шрифту Berlin Sans FB. Менший розмір шрифту використовується для тексту складу та іншого описового тексту, забезпечуючи читабельність та гармонійний вигляд. Для акцентного тексту, який потребує більшої уваги, застосовується більший кегль та жирне накреслення, що створює виразний контраст і додає естетичної привабливості пакуванню.

## 6.2 Розробка конструкції і розгортки пакування

Найчастіше рукави на пластикові контейнери складають собою звичайний прямокутник з кількома згинами (рис. 6.2).



Рисунок 6.2 – Поширена форма рукава на пластикове пакування

Це виконує призначену для них функцію і передає задуманий дизайн, але для даного проекту була обрана цікавіша форма розгортки (рис 6.3).

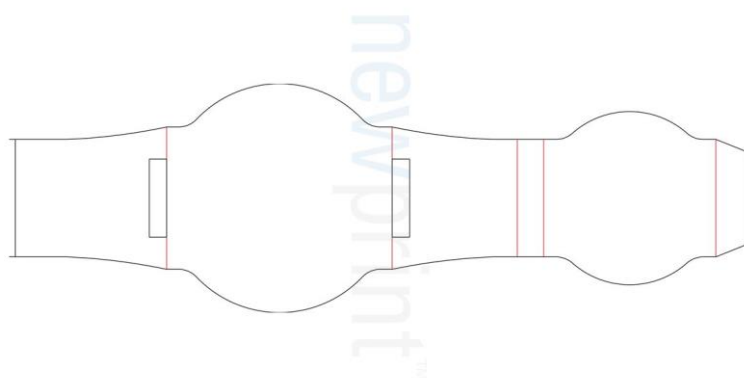


Рисунок 6.3 – Обрана форма розгортки

Пластикових контейнерів обрано контейнери круглі з параметрами 53 × 95 мм. (рис. 6.4)



Рисунок 6.4 – Обрані контейнери

Після перераховувань на відповідні розміри обраного контейнеру було розроблено розгортку для картонного рукава (рис. 6.5).

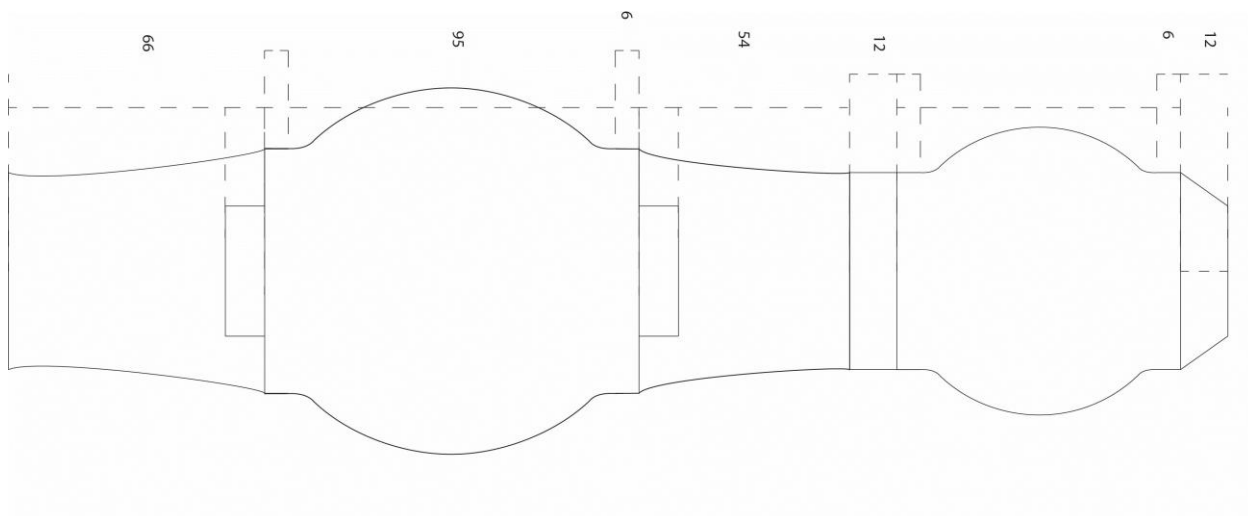


Рисунок 6.5 – Розроблені розгортки, виміри в мм

### 6.3 Підготовка зображень

Основні ілюстрації були намальовані від руки в програмі Adobe Photoshop, що робить їх растровими. Було створено чотири таких ілюстрації, які будуть розміщені над назвою самого продукту у верхній частині рукаву. Кожна ілюстрація детально опрацьована, що забезпечує високу якість і чіткість зображень. Використання вбудованого кольорового профілю СМУК у Photoshop дозволило максимально точно передати кольорову гаму і текстуру ілюстрацій, що додає продукту естетичної привабливості (рис. 6.6).



Рисунок 6.6 – Приклад ілюстрації.

Для створення паттерну використовувалася програма Adobe Illustrator, що дозволило зробити зображення векторним і масштабованим без втрати якості. Векторність зображення дозволяє легко створити повторюваний візерунок, який заповнює контур, тим самим спрощуючи верстання макету. Крім того, використання Illustrator дало змогу забезпечити високу точність і симетрію паттерну, що є важливим для збереження естетики пакування. Векторні зображення також дозволяють легко адаптувати дизайн під різні розміри пакування без втрати якості.

Кожна окрема ілюстрація виконана в монохромному стилі, для кожного виду ягід використовується свій колір. Відповідні кольори застосовуються для мінімалістичних версій цих ягід у патерні по боках пакування. Такий підхід забезпечує візуальну цілісність та впізнаваність видів ягід у дизайні. Кольоровість обрано 4+0(задруковування з одного боку) без використання фарб Pantone через економічну не вигідність їх використання в неелітному споживчому пакуванні. Це дозволяє знизити витрати на виробництво, зберігаючи при цьому високу якість друку.

#### 6.4 Верстання оригінал-макету пакування

Оригінал-макет пакування об'єднує всі графічні та текстові елементи в єдиному макеті, який точно відповідає майбутньому надрукованому пакуванню. Це остаточний етап роботи з ілюстраціями та текстом, де відбувається їх остаточне налаштування під параметри майбутньої продукції.

На цьому етапі було виконано компонування фонового векторного зображення, ілюстрацій, шрифтового оформлення, включаючи назву продукту, інформаційну складову та маркування на загальній сконструйованій розгортці. Також була створена «зона безпеки» пакування на відстані 3 мм від контуру висічки.

Текст був відформатований за допомогою палітри «Символ», з налаштуванням значень трекінгу та горизонтального масштабу, і обов'язково переведений у криві. Маркування включає нанесення знаків, написів та малюнків на товар або упаковку для їх опису та вказівки способів перевезення, обробки та зберігання.

Серед обов'язкових маркувань продовольчих товарів:

- найменування товару та його марку;
- перелік та кількість інгредієнтів, що входять до складу продукту;
- дата виготовлення та термін придатності;
- умови зберігання та використання;

- найменування країни, виробника, його адресу та телефон;
- маса нетто та обсяг продукту;
- харчова цінність (калорійність, кількість білків, жирів та вуглеводів, наявність вітамінів);

Маркування також може містити піктограми та символи, такі як товарний знак, знак відповідності, маніпуляційні знаки, екологічні знаки та штриховий код (рис. 6.7, рис. 6.8).



Рисунок 6.7 – Маркування

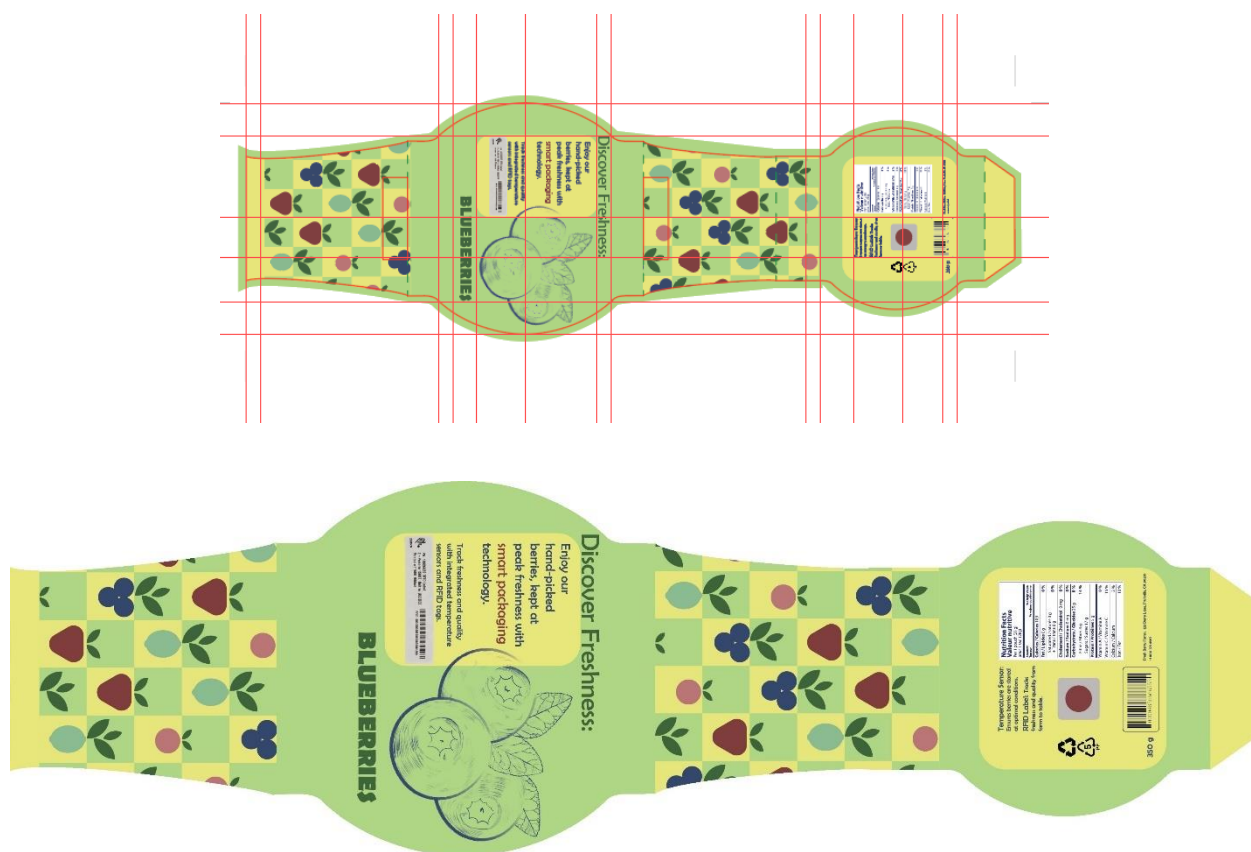


Рисунок 6.8 – Зверстаний оригінал-макет пакування

### 6.5 Розробка монтажного макету, штанц-форми для висічки

Після нанесення кольорового друку на лист картону для отримання художнього оформлення та написів, наступним етапом виготовлення пакування є штамповка. В результаті цього процесу отримується основний елемент коробки на плоскому листі, тобто необхідна контурна заготовка. Штанц-форма також формує лінії згину, а надлишкові матеріали видаляються як відходи[18].

Штрихові лінії, нанесені на розгортку пакування, служать позначенням ліній невидимого контуру, що є умовними зображеннями способів механічної обробки картону, таких як біговка. На розгортку даного пакування було нанесено штрихові лінії біговки зеленим кольором, а також

контур висікання червоним кольором (рис. 6.9). Додатково було створено плашкові кольори, щоб позначити операції штанцування.

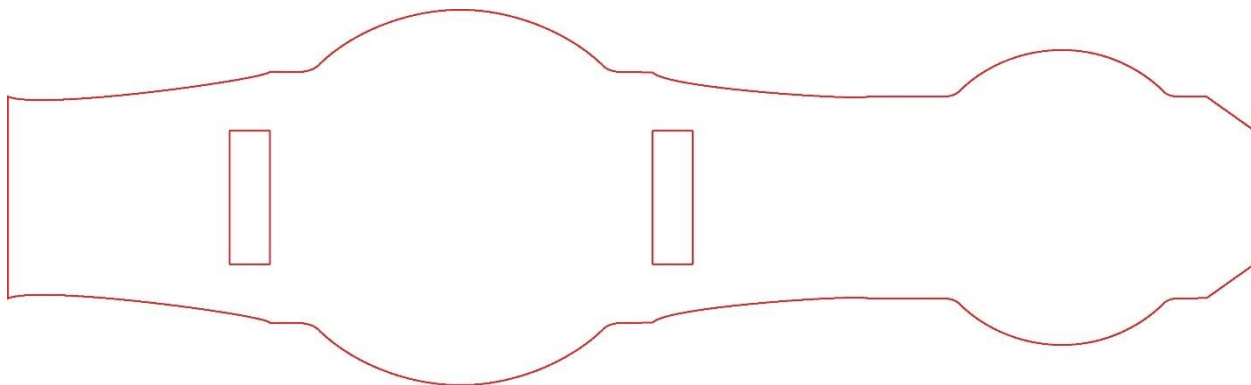


Рисунок 6.9 – Контур висічки

Кінцева штанц-форма зображена на рис. 6.10, рис. 6.11. Щоб переконатися у правильності виконання всіх операцій, можна перейти в панель кольороподілу і подивитися, як будуть проходити всі процеси.

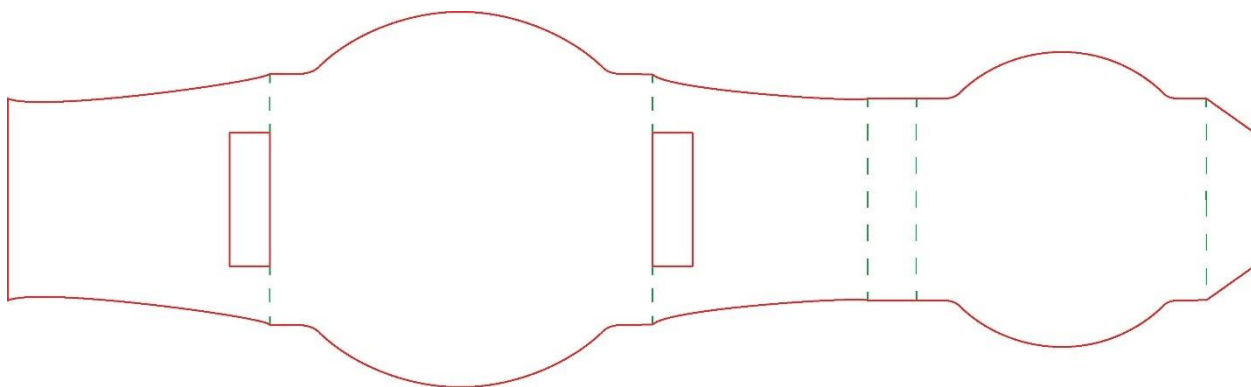


Рисунок 6.10 – Розроблена штанц-форма



Рисунок 6.11 – Штанц-форма поверх оригінал-макету

## 6.6 Вибір і розрахунки кількості основних матеріалів

Для створеного оригінал макету було обрано такі матеріали:

- поліпропілен PP пластик;
- Офсетний целюлозний картон щільністю 270 г/м<sup>2</sup>;
- фарби, кольоровість 4+0;
- RFID тег;
- температурно-часовий сенсор.

Так як пластикове пакування не є складовою необхідною для дизайну, вважатимемо що необхідну кількість для тиражу буде закуплено окремо від видавничого процесу.

Технології Smart-пакування замовляються/друкуються окремо та стандартних друкованих матеріалів не потребують.

Розрахунки буде проведено тільки для картонного пакування.

Після створення макету з відповідними розмірами та пропорціями потрібно розрахувати коефіцієнт використання матеріалу (КВМ). Цей коефіцієнт показує, наскільки ефективно буде використовуватися друкований матеріал. Розрахунок КВМ здійснюється за формулою [14]:

$$КВМ = \frac{\sum S_{pз}}{S_{ф}} \times 100\% \quad (6.1)$$

де КВМ – коефіцієнт використання матеріалу, %;

$\Sigma S_{pz}$  – сумарна площа розгорток пакування, м<sup>2</sup> ;

$S_f$  – загальна площа формату листа, м<sup>2</sup> .

Від кількості відходів картону залежить, наскільки продуктивним буде сам процес. Чим менше значення КВМ, тим більше картонних відходів утворюється, і навпаки, чим вище КВМ, тим менше відходів, що призводить до зниження собівартості виробленої продукції. Якщо КВМ менше 80%, потрібно обрати інший формат картону або змінити розташування розгорток, щоб зменшити кількість паперових відходів.

Площа однієї розгортки = 0,03 м<sup>2</sup>.

На задрукованому матеріалі розміщується 18 розгорток:

$$0,03 \times 18 = 0,54 \text{ м}^2 ,$$

$$S_f = 0,583 \text{ (м}^2 \text{)} .$$

КВМ для аркушу форматом 620×940 мм дорівнює:

$$\text{КВМ} = 0,54 / 0,583 \times 100\% = 92,6\% .$$

Отже, можна зробити висновок що формат було обрано оптимальний.

Формат аркуша картону 620×940 мм. Фарбовість 4+0.

Кількість розгорток пакувань на листі картону 18. Тому обсяг видання на 1/18 ф.др.арк.

Кількість картонних аркушів на одне видання (листів-відбитків):

$$V_{л.} = T_{изд.} / V_{розгорток \text{ на др.арк.}} \quad (6.2)$$

$$V_{л.} = 6000 / 18 = 340 \text{ арк.}$$

Кількість фізичних друкованих аркушів дорівнює кількості паперових аркушів, тому що друк 4 + 0, без обороту.

Необхідно визначити кількість картону та фарби, витрачену на технічні відходи і приладження, а потім додати ці витрати до загальної кількості картону та фарби, необхідної для друку тиражу.

Норми відходів картону для технічних потреб такі: для офсетного друку потрібно 30 аркушів на приладження, і додатково 1,8% від кількості аркушів на друк.

Далі, знайдемо відходи картону для друкарських потреб:

$$P_{т.н.} = V_{л.} \times n \times K_{др}, \quad (6.3)$$

$$P_{т.н.} = 34 \times 4 \times 1,2/100 = 2 \text{ арк.}$$

де  $n$  – кольоровість друкарської машини;

$K_{др.}$  – норма відходів папера на кожний фарбо-відбиток  $K_{др.} = 1,2\%$ .

Відходи паперу на приладження:

$$P_{пр.} = 30 \times 4/18 = 7 \text{ арк.}$$

Загальна кількість паперу на технічні потреби:

$$P_{общ} = 34 + 2 + 8 = 44 \text{ арк.}$$

Розрахунок кількості картону по вазі:

$$P_{в} = S \times m \times P_{общ}, \quad (6.4)$$

$$P_{в} = 0,583 \text{ м}^2 \times 270 \text{ г/м}^2 \times 8 \text{ арк.} = 1259,28 \text{ г/м}^2,$$

де  $S = 1 \times 0,583 = 0,583 \text{ м}^2$  – площа листу картону;

$m$  – маса картону (його щільність).

Розрахунки кількості фарби:

$$Q = V \times T \times n \times q, \quad (6.5)$$

де  $V$  – формат видання;

$T$  – тираж;

$n$  – фарбовість;

$q$  – норма витрати фарби.

Норма витрати фарби для офсетного друку на картоні тріадними фарбами СМҮК для багатофарбового друку – 141 г/1000 кр. отт. [14].

Розрахунок витрат тріадних фарб СМҮК:

$$Q_{\text{смук}} = 1 \times 6000 \times 4 \times 141/18 = 18\,8000 \text{ г/1000} = 188 \text{ кг.}$$

## 7 ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛОСЯ

Розробка оригінал–макету має ключове значення для створення якісної поліграфічної продукції.

Під час друку тиражу офсетним або рольовим методом, на папір буде перенесено вміст оригінал–макету з усіма деталями компоновання тексту та ілюстрацій, налаштуваннями кольору та розмірами відступів.

Для створення оригінал–макету було обрано сучасний графічний редактор Adobe Illustrator, який зручний у використанні та має зрозумілий інтерфейс. Adobe Illustrator – це програма для роботи з векторною графікою, що відповідає галузевим стандартам і надає необмежені можливості для дизайнерів. За допомогою Adobe Illustrator можна створювати дизайнерські елементи, комп'ютерну графіку, друковану та рекламну продукцію, а також здійснювати відеомонтаж з додаванням різних ефектів. Великий функціонал і зручність користування зробили цю програму найпопулярнішою серед дизайнерів у всьому світі.

В Adobe Illustrator можна не тільки створювати нові дизайнерські елементи, але й редагувати існуючі, додаючи навіть тривимірні спецефекти. Пакет містить всі необхідні інструменти для роботи згідно з галузевими стандартами. Готові елементи можна експортувати у різні формати векторної графіки або PDF.

У цій програмі були об'єднані текстові та графічні матеріали у єдиний макет, повністю підготовлений до друку і відповідний майбутньому пакуванню. У процесі верстки використовувалися такі інструменти:

- Type (Текст): додає текст на монтажну область;
- Area Type Tool (Текст в області): створює текст, який повторює контури області;
- Polygon Tool (Багатокутник): створює фігури із заданою кількістю кутів;

- Eyedropper Tool (Піпетка): копіює колір об'єкта та застосовує його до іншого;
- Pen Tool (Перо): основний інструмент малювання, дозволяє створювати різні фігури;
- Ruler (Лінійка): допомагає створювати графічні сітки і контролювати розміри об'єктів;
- Layers panel (Панель шарів) : дозволяє створювати ієрархію шарів, блокувати, сховувати, називати та переміщувати їх.

Також був використаний інший продукт Adobe – Photoshop, для обробки зображень. Ці програми доповнюють одна одну, дозволяючи створювати вдалий оригінал–макет.

Макет виробу було розроблено на ноутбучі RedmiBook.

Під час роботи було застосовано графічний планшет Huion 13S для створення графічних та векторних зображень та більш ефективної роботи у середовищі програм Adobe.

AutoCAD – одна з найпопулярніших програм для створення 2D креслень та 3D моделювання серед архітекторів та інженерів. Вона дозволяє робити візуальне тривимірне моделювання. В AutoCAD усі об'єкти будуються за заданими користувачем значеннями, що дозволяє створювати креслення різної складності за допомогою простих графічних елементів – відрізків, дуг, кіл.

Функціонал та переваги AutoCAD:

- висока точність ліній;
- можливість внесення коригувань будь–якої складності;
- необмежений робочий простір;
- зручність електронного формату – креслення легко копіювати, змінювати та надсилати електронною поштою;
- робота з шарами для створення складних креслень, наприклад, генеральних планів будівель із системами комунікацій на окремих шарах;
- можливість використання готових креслень та 3D–моделей;

- інтеграція з іншими програмами Autodesk – 3ds Max, Corel Draw, Archicad, Inventor, Civil 3D;
- автоматизація багатьох операцій під час підготовки креслень, наприклад, автоматичне проставлення розмірів;
- багатий інструментарій для роботи із тривимірними об'єктами.

Програмні продукти CAD та інші спеціалізовані програми мають всі засоби для створення розгорток та штанц-форм для висікання пакування. Однак, через високу ціну, складність установки та великі розміри файлів, вони не завжди зручні для студентів. Також швидка робота в таких програмах вимагає гарних знань інтерфейсу та навичок конструювання. Тому в цій роботі було використано графічний редактор Adobe Illustrator.

## 8 ОПИС ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛИСЯ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ОРИГІНАЛ-МАКЕТУ

Під час створення оригінал-макету, використовувався ноутбук RedmiBook з такими технічними характеристиками:

- процесор AMD Ryzen 5 3500U with Radeon Vega Mobile Gfx з тактовою частотою 2.10 GHz;
- оперативна пам'ять 16,0 GB (з яких доступно 13,9 GB);
- тип системи – 64-бітна операційна система на основі x64-процесора.

Процесор AMD Ryzen 5 3500U забезпечує достатню потужність для ефективної роботи з графічними редакторами та іншими програмами, необхідними для створення оригінал-макету. Графічний адаптер Radeon Vega Mobile Gfx сприяє швидкій обробці візуальних даних, що є критично важливим при роботі з високоякісними зображеннями та графікою. Обсяг оперативної пам'яті 16 GB дозволяє комфортно працювати з великою кількістю одночасно відкритих програм та файлів, знижуючи ризик затримок та забезпечуючи плавність роботи системи.

Використання 64-бітної операційної системи на основі x64-процесора дозволяє максимально ефективно використовувати ресурси комп'ютера, що є важливим для забезпечення стабільної та швидкої роботи під час виконання складних завдань зі створення оригінал-макетів. Загалом, ноутбук RedmiBook з зазначеними технічними характеристиками є потужним та надійним інструментом для професійної роботи у сфері дизайну та графіки.

Також, для роботи з графікою було застосовано Графічний планшет Huion 13s.

Графічний планшет Huion 13s оснащений 13-дюймовим дисплеєм, який забезпечує високу роздільну здатність та точність передачі кольорів, що є надзвичайно важливим для професійної роботи з графікою. Дисплей має матове покриття, яке зменшує відблиски і забезпечує природніше відчуття малювання, подібне до роботи на папері.

Планшет підтримує високу роздільну здатність пера, що забезпечує 8192 рівні чутливості до натиску, дозволяючи художникам та дизайнерам досягати високої точності та деталізації у своїх роботах. Крім того, пристрій підтримує функцію нахилу пера до 60 градусів, що надає додаткові можливості для створення різноманітних художніх ефектів.

Huion 13s також оснащений зручними кнопками швидкого доступу, які можна налаштувати відповідно до потреб користувача. Це дозволяє прискорити робочий процес, надаючи можливість швидкого виконання часто використовуваних команд і функцій безпосередньо на планшеті.

Планшет сумісний з різноманітними операційними системами та програмним забезпеченням для цифрового малювання та дизайну, що забезпечує його універсальність та зручність у використанні. Завдяки своїм технічним характеристикам та можливостям, графічний планшет Huion 13s є незамінним інструментом для професійної роботи над оригінал-макетами, забезпечуючи високу якість та точність виконання завдань.

## 9 МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Складання маршрутно-технологічної карти є завершальним етапом створення продукції. Ці карти представляють собою комплексний документ, який містить усі необхідні відомості про виробничу діяльність. На них наочно показано послідовність виробничих операцій: технологічних, контрольних, транспортних, перерв та зберігання, які відбуваються протягом виробничого процесу. Карта охоплює всі технологічні операції підготовки та виготовлення продукції, а також містить перелік матеріалів, що використовуються для кожної операції. Маршрутно-технологічна карта виготовлення листівок представлена у табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Маршрутно-технологічна карта технологічних процесів виготовлення видання.

№	Назва операції	Обладнання	Витратні матеріали	Технологічні режими та програмне забезпечення	Допуски та засоби контролю
Додрукарські процеси					
1	2	3	4	5	6
1	Обробка ілюстрацій	ноутбук RedmiBook	Цифрові файли в форматі .png .jpeg	Adobe Illustrator, Photoshop	Візуальний контроль, ГОСТ 29.2-97, ДСТУ 3018-95.
2	Розробка дизайну	ноутбук RedmiBook	Цифрові файли	Adobe Illustrator, Photoshop	Візуальний контроль та виправлення помилок програмним забезпеченням.
	Кольороподіл	ноутбук RedmiBook	Цифрові файли	Adobe Illustrator, Photoshop	Візуальний контроль та виправлення помилок програмним забезпеченням.
3	Верстка	ноутбук RedmiBook	Цифрові файли	Adobe Illustrator, Photoshop	Візуальний контроль, ГОСТ 29.2-97, ДСТУ 3018-95.

Продовження таблиці 9.1

1	2	3	4	5	6
4	Растрівання	ноутбук RedmiBook	Цифрові файли	Adobe Illustrator, Photoshop	Візуальний контроль та виправлення помилки програмним забезпеченням.
Друкарські процеси					
5	Друк кольоропроби	Офсетна друкарська машина KBA Rapida 105-5 + L;	Аркуш офсетного целюлозного картону 620×940 мм, щільність 270 г/м <sup>2</sup>	Температура: 22 – 24°C, взимку: 18 – 20°C; вологість повітря 55%, освітлення 300 лк. робоча температура: 22° С ± 1° С. Відносна вологість 50 – 70%	Контроль кольорових шкал, відхилення ΔЕ не більше 5,0, спектрофотомет р.
6	Спуск шпальт		Цифровий файл у форматі PDF	Adobe Acrobat	Візуальний перегляд; Роздруківки спусків
7	Друк	Офсетна друкарська машина KBA Rapida 105-5 + L; RFID- принтер Zebra ZT411 RFID	Аркуш офсетного целюлозного картону 620×940 мм, щільність 270 г/м <sup>2</sup>	Температура повітря не нижче 18°C і не вище 22°C, відносна вологість повітря 60- 65%. Освітленість не менше 300 лк.	Контроль кольорових шкал, спектрофотомет р, металева лінійка. Робочий діапазон хвиль 325 – 1000 нм
8	Лакування	Офсетна друкарська машина KBA Rapida 105-5 + L;	УФ лак NewV lac - висока адгезія; - прозорість лакової плівки; - еластичність; - гладкість; - нейтральний запах;	Температура: 22 – 24°C, взимку: 18 – 20°C; вологість повітря 55%, освітлення 300 лк. робоча температура: 22° С ± 1° С. Відносна вологість 50 – 70%	Візуальний контроль відсутності дефектів

Продовження таблиці 9.1

1	2	3	4	5	6
9	Висічка	Автоматичні висікальні машини D-MASTER 1300C			Допуск на зштовхування $\pm 3$ мм, на розрізання $\pm 1$ мм, лінійка з ціною поділок 0,02 мм
10	Контроль якості	Ручні операції	Готовий макет	Температура: 22 – 24°C, взимку: 18 – 20°C; вологість повітря 55%, освітлення 300 лк. робоча температура: 22° С $\pm$ 1° С. відносна вологість 50 – 70%	Вибіркова перевірка видань на дефекти та якість.

## 10 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 10.1 Характеристика продукції

У кваліфікаційній роботі спроектовано технологію виготовлення smart-пакування для свіжих ягід. Основна мета полягала у створенні функціонального та екологічного пакування, що забезпечує довготривале збереження продукту завдяки впровадженню сучасних технологій.

Процес виробництва включає отримання замовлення, збір інформації, розробку макету пакування, вирізку, друк, та післядрукарську обробку. Спочатку замовлення аналізується, після чого розробляється макет та розгортка пакування. Далі виготовляються пробні зразки, проводиться кольоропроба, друк та обробка.

Накладаються smart-технології, такі як температурно-часові сенсори та RFID-теги, після чого пакування готове до пакування в транспортну тару та відправлення замовнику.

### 10.2 Оцінка ринків збуту

Сучасні тенденції у харчовій промисловості України орієнтовані на впровадження інноваційних технологій, що забезпечують підвищену безпеку та якість продукції, а також збільшують її термін зберігання.

Ринок свіжих ягід і фруктів в Україні демонструє стабільне зростання завдяки збільшенню попиту як на внутрішньому ринку, так і на експортних ринках. Впровадження технологій smart-пакування, таких як температурно-часові сенсори та RFID-теги, дозволяє виробникам забезпечити належні умови зберігання та транспортування продукції, що є особливо важливим для свіжих ягід і фруктів, які мають обмежений термін зберігання. Ці технології допомагають відстежувати умови зберігання та транспортування у режимі

реального часу, що мінімізує ризики псування продукції та зменшує втрати [11].

Внутрішній ринок України має великий потенціал для розвитку smart-пакування. Зростаюча увага споживачів до здорового харчування та екологічних продуктів створює сприятливі умови для впровадження інноваційних пакувальних рішень. Окрім цього, великі супермаркети та роздрібні мережі все частіше запроваджують стандарти, що вимагають використання сучасних технологій для гарантування якості та безпеки харчових продуктів.

На зовнішніх ринках, зокрема в Європейському Союзі, попит на якісні та свіжі продукти також є високим. Українські виробники ягід і фруктів мають можливість зайняти свою нішу на європейських ринках, пропонуючи продукцію, упаковану з використанням smart-технологій. Це дозволить забезпечити високу конкурентоспроможність української продукції за рахунок кращого контролю якості та довшого терміну зберігання [17].

Таким чином, ринки збуту України для пакування свіжої продукції з використанням smart-пакування є перспективними як на внутрішньому, так і на зовнішньому рівнях. Впровадження інноваційних технологій у пакування сприятиме підвищенню якості продукції, зменшенню втрат під час транспортування та зберігання, а також забезпечить конкурентні переваги на міжнародних ринках.

### 10.3 Конкуренція

Конкуренція на ринку свіжих ягід з використанням smart-пакування є високою, і успіх компаній у цьому сегменті значною мірою залежить від впровадження інноваційних технологій. Українські виробники, такі як «Ягідне» та «Брусвяна», тільки нещодавно почали розглядати варіанти використання smart-пакування для підвищення якості своєї продукції та конкурентоспроможності на ринку, такі як температурні сенсори.

Міжнародні гравці, такі як Driscoll's та BerryWorld, також застосовують передові технології для забезпечення свіжості та якості ягід.

Інновації у сфері smart-пакування продовжують розвиватися, що створює нові можливості для підвищення ефективності та зменшення втрат продукції.

Smart-pak – це український стартап, який розробляє інноваційні рішення для smart-пакування. Їхні технології включають температурні сенсори та датчики вологості, які вбудовуються у пакування. Це дозволяє виробникам оперативно реагувати на зміни умов зберігання та транспортування, мінімізуючи ризики псування продукції. Але поки що вони не пропонують варіантів продажу швидкопсувної продукції.

Fruition Sciences спеціалізується на технологіях для моніторингу умов вирощування та зберігання фруктів і ягід. Вони пропонують сенсори для відстеження температури, вологості та інших параметрів, що дозволяє виробникам ягід забезпечити оптимальні умови зберігання та транспортування.

#### 10.4 Виробничий план

Виробничий план був розроблений на основі маркетингового плану. Він охоплює визначення виробничих показників у натуральному виразі, розрахунок собівартості на одиницю продукції та на весь обсяг виробництва, формування ціни продукції з урахуванням заданої норми рентабельності, а також розрахунок обсягу виробництва у вартісному виразі. Спочатку були визначені виробничі показники в натуральному виразі, дані яких наведено у таблиці 10.1.

Для розрахунку собівартості технологічних процесів виробництва пакувань необхідно визначити заробітну плату учасників технологічного процесу, а також розрахувати витрати на основні та додаткові матеріали.

Заробітна плата працівників розраховується з урахуванням всіх етапів і учасників розробки (таблиця 10.2).

Таблиця 10.1 – Визначення показників виробництва

№ з/п	Операція	Одиниця виміру	Обсяг виробництва	Норма часу на од., хв.	Кількість, маш.-год	Чисельність, ос	Кількість нормо-годин
1	Розробка ілюстрацій	шт	4	120	8	1	8
2	Розробка оригінал-макету для друку	шт.	8	240	32	1	32
3	Розробка оригінал-макету для висічки	шт.	8	90	12	1	12
4	Створення електронних файлів штанц-форм	шт.	2	30	1	1	1
5	Пробний друк	шт.	1	0,47	0,0078	1	0,0078
7	Друк	шт.	6000	0,47	47	1	47
8	Висічка	шт.	6000	0,0075	0,75	1	0,75
9	Склейка	шт.	6000	0,0075	0,75	1	0,75
10	Нанесення ел. Smart-пакування	шт.	6000	0,0043	0,43	1	0,43
11	Пакування	шт.	6000	0,0015	0,15	1	0,15

Таблиця 10.2 – Розрахунок заробітної плати працівників

Посада	Чисельність, ос.	Основна заробітна плата за 1 робочий день (оклад), грн	Додаткова заробітна плата (премії та доплати)		Усього, грн	
			процент, %	сума, грн	осн. і дод. заробітна плата за 1 р. день	осн. і дод. заробітна плата відповідно до нормо-годин
Дизайнер	1	420,00	5	21,00	441,00	441,00
Технолог-друкарник	1	400,00	5	20,00	420,00	630,00
Препрес інженер	1	380,00	5	19,00	399,00	648,77
Оператор поліграфічного обладнання	1	320,00	5	16,00	336,00	2005,83
Пакувальник	2	300,00	5	15,00	315,00	92,93
Усього	7	1820,00		91,00	1911,00	3818,52

Сума єдиного соціального внеску дорівнює 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати, тобто 840,08 грн на весь обсяг.

Також при калькуляції собівартості необхідно враховувати вартість основних матеріалів. У даному проєкті це: картон целюлозний щільністю 270 г/м<sup>2</sup>, фарби СМҮК, воднодисперсійний лак (ВД-лак), воднодисперсійний клей, формні пластини (1 комплект), штанц-форма.

Витрати на матеріали на одиницю продукції розраховуються як добуток витратної норми на матеріал ( $H_M$ ) і ціни матеріалу ( $C_M$ ):

$$V_{од}^M = H_M \times C_M \quad (10.1)$$

Кількість матеріалу на весь обсяг виробництва ( $K_{од}^M$ ) розраховується:

$$K_{од}^M = V_{од}^M \times O_{нат} \quad (10.2)$$

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

Витрати на матеріали на весь обсяг виробництва ( $V_{об}^M$ ) розраховуються за формулою:

$$V_{об}^M = K_{об}^M \cdot C_M \text{ або } V_{об}^M = V_{од}^M \cdot O_{нат} \quad (10.3)$$

Таблиця 10.3 – Розрахунок основних поліграфічних матеріалів

№ з/п	Назва матеріалу	Одиниця виміру	На одиницю продукції			На обсяг виробництва	
			витратна норма матеріалу	ціна матеріалу, грн	витрати, грн	кількість матеріалу	витрати, грн
1	Картон	арк.	–	28,00	0,25	53,501	1498,03
2	Клей	кг	120 г/м <sup>2</sup>	50,00	0,06	7,2	360,00
3	Фарби	кг	222 г/1000фарбовідб.	120,00	0,03	1,5	180,00
4	Лак	кг	1700 г/ 1000 м <sup>2</sup>	56,30	0,04	4,3	242,09
5	Формні пластини	шт.	–	60,00	0,01	1	60,00
6	Розчинник для лаку	кг	–	60,00	0,01	1	60,00
Усього					0,40		2400,12

Для знаходження ціни та собівартості продукції, необхідно розрахувати наступні дані:

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

Розрахунок собівартості продукції наведено у таблиці 10.4.

Таблиця 10.4 – Розрахунок калькуляції собівартості та ціни продукції

№ з/п	Показник	Сума витрат на одиницю продукції, грн	Сума витрат на весь обсяг виробництва, грн
1	Матеріали	0,40	2400,12
2	Куповані напівфабрикати та комплектувальні вироби, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій	0,002	12,00
3	Паливо й енергія на технологічні цілі	0,004	24,00
4	Основна заробітна плата основних виробничих робітників (ОЗП)	0,61	3636,69
5	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників (ДЗП)	0,03	181,83
6	Єдиний соціальний внесок (22 % від ОЗП+ДЗП)	0,14	840,08
7	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	0,24	1454,68
8	Загальновиробничі витрати	0,27	1636,51
9	Виробнича собівартість	1,70	10185,91
10	Адміністративні витрати	0,32	1891,08
11	Витрати на збут (5 % від рядка 9)	0,08	509,30
12	Повні витрати (сума рядків 9-11)	2,10	12586,28
13	Прибуток (30 % від рядка 12)	0,63	3775,88
14	Відпускна ціна (сума рядків 12-13)	2,73	16362,16
15	ПДВ (20 % від суми рядка 14)	0,55	3272,43
16	Ціна з урахуванням ПДВ (сума рядків 13-14)	3,27	19634,60

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

$$Ц = ВС + V_a + V_з + П \quad (10.4)$$

де Ц – ціна реалізації продукції (послуг);  
 ВС – виробнича собівартість продукції (послуг);  
 $V_a$  – визнані адміністративні витрати;  
 $V_з$  – витрати на збут продукції;  
 П – сума прибутку.

Таким чином, розрахована ціна продукції склала 3,27 грн з урахуванням ПДВ (вартість усього обсягу продукції дорівнює 19634,60 грн з урахуванням ПДВ).

#### 10.5 Організаційний план

До основного персоналу підприємства, яке займається видавництвом розробленого продукту, відносяться директор, менеджер по роботі з клієнтами, дизайнер та бухгалтер. Менеджер, окрім прийому замовлень від клієнтів, підтримує зв'язок з типографіями, контролює процес створення тиражу та має навички роботи в графічних редакторах для кращого розуміння виробничих процесів.

#### 10.6 Фінансовий план

Основним завданням цього розділу кваліфікаційної роботи є визначення точки беззбитковості виробництва продукції.

Собівартість одиниці продукції ( $C_{од}$ ) та загальна собівартість випуску ( $C_{вип}$ ) для певного обсягу виробництва з використанням змінних та постійних витрат розраховуються за наступними формулами:

$$C_{\text{од}}^i = b + \frac{A}{x_i}, \quad (10.5)$$

$$C_{\text{вип}}^i = A + b \cdot x_i, \quad (10.6)$$

де  $b$  – змінні витрати на одиницю продукції;  
 $A$  – постійні витрати на весь обсяг виробництва;  
 $x_i$  –  $i$ -й обсяг виробництва, для якого розраховується собівартість продукції.

Змінними витратами поліграфічного підприємства прийнято вважати "Матеріали", "Куповані напівфабрикати та комплектувальні вироби, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій", "Паливо й енергія на технологічні цілі". До постійних витрат відносять усі інші. Тобто собівартість одиниці продукції та загальна собівартість випуску:

$$C_{\text{од}}^i = 0,49 + (9640,87 / 6000) = 2,10 \text{ грн},$$

$$C_{\text{вип}}^i = 9640,87 + 0,49 \times 6000 = 12586,28 \text{ грн}.$$

Точку беззбитковості виробництва можна визначити як аналітичним, так і графічним способами. За аналітичним способом обсяг беззбитковості виробництва (обсяг, при якому виробництво не зазнає збитків) визначається:

$$O_6 = \frac{A}{\text{Ц} - b} \quad (10.7)$$

Таким чином, беззбитковий обсяг виробництва складає:

$$9\ 640,87 / (2,73 - 0,49) = 4312 \text{ шт.}$$

Для того, щоб визначити точку беззбитковості графічним методом, використовуємо дані з таблиці 10.5.

Таблиця 10.5 – Визначення беззбитковості виробництва

Процент використання виробничої потужності, %	Обсяг виробництва, шт.	Виручка від реалізації, грн	Собівартість на весь обсяг виробництва, грн	Прибуток на весь обсяг виробництва, грн	Рентабельність продукції, %
10	750	2 045,27	10 009,04	-7 963,77	-79,57
20	1500	4 090,54	10 377,22	-6 286,68	-60,58
40	3000	8 181,08	11 113,57	-2 932,49	-26,39
60	4500	12 271,62	11 849,93	421,70	3,56
80	6000	16 362,16	12 586,28	3 775,88	30,00
100	7500	20 452,71	13 322,63	7 130,07	53,52

Виручка (дохід) від реалізації продукції визначається шляхом множення обсягу виробництва в натуральному виразі ( $O_{\text{нат}}$ ) на ціну продукції ( $C$ ) з таблиці 10.4.

Собівартість всього обсягу виробництва обчислюється за формулою (10.6). Прибуток на весь обсяг виробництва розраховується як різниця між виручкою від реалізації продукції та собівартістю всього обсягу виробництва.

Рентабельність продукції визначається як відношення прибутку до собівартості продукції, помножене на 100 %.

На основі результатів, наведених у таблиці 10.5, побудовано графік беззбитковості, представлений на рисунку 10.1.

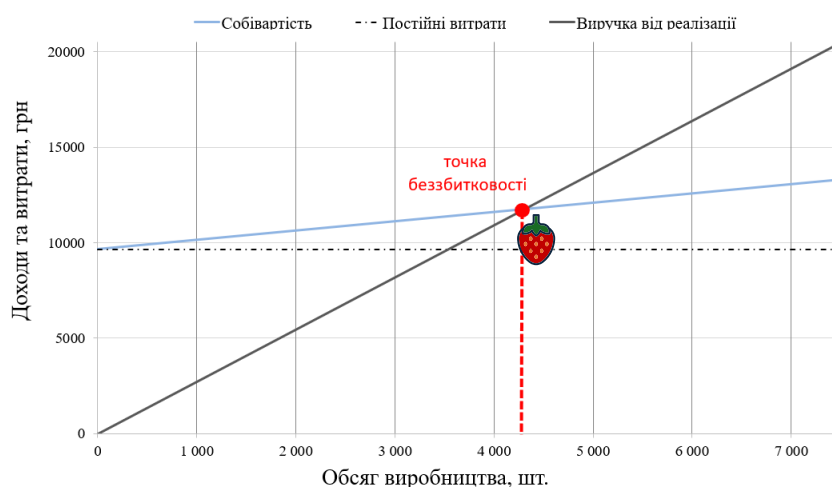


Рисунок 10.1 – Визначення точки беззбитковості

Виходячи з цього, можна стверджувати, що точка безбитковості, при якій підприємство не зазнає збитків і не отримує прибуток, становить 4312 одиниці продукції.

Таким чином, у ході виконання економічної частини кваліфікаційної роботи було проведено аналіз ринку збуту та конкурентного середовища. Складено калькуляцію собівартості та розраховано ціну продукції, яка становить 3,27 грн з урахуванням ПДВ.

Загальна вартість обсягу продукції склала 19634,60 грн з урахуванням ПДВ. Також було визначено безбитковий обсяг виробництва, що дорівнює 4312 одиниці продукції.

## ВИСНОВКИ

На основі виконаної роботи можна констатувати, що мета розробки проєкту пакувальної продукції для свіжих ягід успішно досягнута. Усі поставлені завдання вирішені: проведена класифікація пакування, описані його основні функції та види, визначені вимоги до нього, розроблені художня та конструктивна частини, а також розглянуто технологічний процес створення пакування.

Технологічний процес створення пакування є складним і послідовним, що вимагає точного виконання кожної операції. У даній роботі описані основні етапи технологічного процесу, обрано сучасне обладнання та високоякісні матеріали для створення пакування для свіжих ягід. Виконані розрахунки основних матеріалів показали, що коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) становить 92,6%, що свідчить про відповідність обраного формату друкованого матеріалу вимогам КВМ.

Було розроблено унікальний і привабливий дизайн пакування, інформаційна частина якого є чіткою, зрозумілою та не перевантаженою.

В економічній частині проєкту були визначені характеристики продукції, проаналізовано ринок збуту та конкурентне середовище, побудовано організаційний, виробничий та фінансовий плани, визначено точку беззбитковості виробництва.

Виконання кваліфікаційної роботи значно сприяло поглибленню фахових знань та набуттю досвіду самостійної роботи у сфері створення пакувальної продукції та графічного дизайну.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ozcan A. New approaches in smart packaging technologies / Marmara university, school of applied sciences, printing technologies, istanbul, turkey, 2020. 17 p.
2. Dobrucka Renata, Ryszard Cierpiszewski Active and Intelligent Packaging Food – Research and Development – A Review // Polish journal of food and nutrition science. 2014. P. 7–13.
3. Renata Dobrucka<sup>1</sup>, Ryszard Cierpiszewski<sup>1</sup>, Andrzej Korzeniowski Intelligent food packaging – research and development // Scientific Journal of Logistics. 2015. № 1734–459X. P. 7–24.
4. Дейнеко Ж.В. Критерії оцінки ефективності пакування/ Ж.В. Дейнеко, В.Г. Світлична// Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. ІХ Міжнар. наук.-техн. конф. / Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2021. С. 12-13.
5. Biji K. B., Ravishankar C. N., Mohan C. O., Srinivasa Gopal T. K. Smart packaging systems for food applications: a review // Science Direct. 2015. №51. P. 1022–1027.
6. Сабадаш В.О. Ефективне споживче пакування / В. О. Сабадаш, А. В. Бізюк // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : матеріали молодіжної школи-семінару VII Міжнар. наук.-техн. конф., 17-21 травня 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 2. – С. 94-95.
7. Sandeep P Dawange, Sanjaya K Das, and Swati B Patil Smart Packaging and food Industry // Indian Food Industry. 2010. P. 31–36.
8. K. B. Biji, C. N. Ravishankar, C. O. Mohan, T. K. Srinivasa Gopal Smart packaging systems for food applications: a review // Association of Food Scientists & Technologists (India). 2015. P. 6125–6135.
9. Packaging technology / BRIAN P.F. DAY. Blackwell Publishing Ltd, 2003. 361 p.

10. С. І. Мельнічук, С. М. Ярема *Офсетний Друк // Технологія та обладнання додрукарських процесів*. К. Київ: УкрНДСВІД «Хагар», 2000. 510 с.
11. *Advances in food packaging technology-A review // Journal of Postharvest Technology*. 2018. № 2348-4330. P. 55-64.
12. *Fruit preservation packaging technology based on air adjustment packaging method // Food Science and Technology*. 2022. P. 1-8
13. Бокарева Ю.С. *Основи технології та дизайну пакувань: комплекс навчально-методичного забезпечення*. Харків, 2017. 227 с.
14. *Ofset ili flekso? Tipografiya Megafleks. Tipografiya Megafleks*. URL: <https://clck.ua/qFFwL> (дата звернення: 16.05.2024).
15. Дурняк Б.В., Ткаченко В.П., Чеботарьова І.Б. *Стандарти в поліграфії та видавничій справі: довідник*. Львів: УАД, 2011. 320 с.
16. Ткаченко В.П., Чеботарьова І.Б., Киричок П.О., Григорова З.В. *Енциклопедія видавничої справи: навч. посібник*. Х.: ХНУРЕ, 2008. 320 с.
17. Trina Adhikary, Durga Nemanth Kumar *Advances in Postharvest Packaging Systems of Fruits and Vegetable IntechOpen*, 2021. 15 p.
18. Кулішова Н.Є., Яценко Л.О., Ткаченко В.П. *Проектування друкованих видань та технологій їх виготовлення: навч. посіб.* Харків: ХНУРЕ, 2023. 302 с.
19. *Методичні вказівки з виконання кваліфікаційної 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, 2020. 68 с.
20. Бізюк А. В. *Властивості термохромної фарби для оздоблення пакування / А. В. Бізюк, С. Д. Грицеєнко // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : тези доповідей VII Міжнар. наук.-техн. конф., 17-21 травня 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 1. – С. 18-19.*

21. Бізюк А. В. Елементи захисту етикетково–пакувальної продукції / А. В. Бізюк // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: колективна монографія. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2021. – С. 189-217.

22. Романько К. С. Застосування адитивного друку в харчовій промисловості / К. С. Романько, А. В. Бізюк // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару V Міжнародної науково-технічної конференції, 3 листопада 2020 р. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – Т2. – С. 110-111.

23. Бурмістенко О. І. Вплив колірних рішень при створенні дизайну споживчого пакування / Бурмістенко О. І., Дейнеко Ж. В., Бокарева Ю. С. // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару V Міжнародної науково-технічної конференції, 3 листопада 2020 р. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – Т2. – С. 112-115.

24. Левикін І. В. Дослідження впливу колірної гами пакування продовольчої продукції на візуальне сприйняття споживача / І. В. Левикін, С. Г. Шевченко // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : тези доп. ІХ Міжнар. наук.-техн. конф., 14-18 травня 2024 р. – Т. 1. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2024. – С. 290-292.