

МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ДИЗАЙНУ І МИСТЕЦТВ
Факультет «ДИЗАЙН»
Кафедра «Графічний дизайн»

Ланько Сергій Сергійович

**«ДИЗАЙН КОНЦЕПТУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ІНТЕРАКТИВНОЇ
УПАКОВКИ ДЛЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОКУЛЯРІВ
«AR.CADE»»**

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО «Бакалавр»
зі спеціальності 022 Дизайн
ОПП «ГРАФІЧНИЙ ДИЗАЙН»

Бакалаврська робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ С. Ланько

Керівник: Ганноцька Ольга Василівна

доцент, кандидат мистецтвознавства

Консультант: Більдер Наталя Трифонівна

доцент ХДАДМ

Харків-2026

3MICT

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	АНАЛІЗ ПРОЄКТНОЇ СИТУАЦІЇ	5
1.1	Опис проєктної ситуації	5
1.1.1	Проектна ситуація і ринок пакування AR-окулярів «AR.CADE»	5
1.1.2	Сегментування ринку пакування AR-окулярів	8
1.1.3	Конкурентна ситуація на ринку пакування AR-окулярів	10
1.2	Опис ринку споживачів пакування «AR.CADE»	13
1.2.1	Сегментування ринку споживачів окулярів доповненої реальності	13
1.2.2	Опис потреб, яким задовольнятиме пакування «AR.CADE»	15
1.3	Збір та аналіз аналогів пакувальних рішень	17
1.3.1	Збір, опис та аналіз аналогів пакування AR-окулярів	17
1.3.2	Обґрунтування стратегії позиціонування «AR.CADE»	22
	Висновки до першого розділу	24
РОЗДІЛ 2	ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ДИЗАЙН-ПРОПОЗИЦІЇ	26
2.1	Опис ідеї і формулювання концепції пакування «AR.CADE»	26
2.2	Ескізування пакування «AR.CADE» із обґрунтуванням і обговоренням	30
	Висновки до другого розділу	35

РОЗДІЛ 3	ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ	37
3.1	Конструктивно-пластичне та графічне рішення пакування «AR.CADE»	37
3.2	Поліграфічне та технологічне забезпечення пакування «AR.CADE»	40
3.3	Додрукарська підготовка макетів пакування «AR.CADE»	44
	Висновки до третього розділу	48
	ВИСНОВКИ	50
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
	ДОДАТОК А. Бриф	58
	ДОДАТОК Б. Глосарій	
	ДОДАТОК В. Опитування	
	ДОДАТОК Г. Візуальні матеріали (аналоги)	
	ДОДАТОК Д. Візуальні матеріали (Ескізи та проєктне рішення)	

ВСТУП

Актуальність теми. Даний проєкт присвячений розробці концепції екологічного та інтерактивного пакування для пристроїв доповненої реальності бренду «AR.CADE». Актуальність дослідження зумовлена технологічним переходом людства до епохи після смартфонів, де «AR-окуляри стають основним інструментом взаємодії з цифровим світом» [21].

За даними Ellen MacArthur Foundation, традиційне пакування електроніки сьогодні створює значне навантаження на екологію [18]. Проєкт відповідає сучасним цілям циклічної економіки, які вимагають скорочення використання первинних матеріалів та повної відмови від мікропластику. Впровадження 3D-друку та біокомпозитів дозволяє вперше поєднати міцність, що потрібна для захисту крихкої оптики, з повною екологічною безпекою об'єкта [12]. Крім того, додавання NFC-міток та Цифрового Паспорту Продукту (DPP) забезпечує прозорість історії виробу. Це вже є обов'язковою вимогою нових екологічних стандартів ЄС [19].

Об'єкт проєктування: система візуальної комунікації (айдентика) та конструктивно-пластичне рішення пакування бренду високотехнологічних окулярів «AR.CADE».

Предмет проєктування: дизайн екологічного та інтерактивного пакування, що базується на принципах 3D-друку, використанні біорозкладних матеріалів та технологіях доповненої реальності (AR-Unboxing).

Мета роботи: створення цілісної моделі пакувальної системи, яка покращує користувацький досвід у цифрову еру через поєднання надійності, сучасного дизайну та екологічності.

Завдання роботи:

- проаналізувати глобальні тренди у сфері AR-технологій та сталого пакування;

- визначити головні вимоги цільової аудиторії (Покоління Z та Альфа) до сучасних брендів;
- розробити конструктивне рішення пакування, яке підходить для технологій 3D-друку;
- обґрунтувати вибір біокомпозитних матеріалів з акцентом на їхню міцність та екологічність;
- сформувати візуальний стиль на основі ідеї «перемикання реальностей»;
- розробити концепцію інтерактивного досвіду (AR-Unboxing) та Цифрового Паспорту Продукту.

Апробація: Результати досліджень передпроектного етапу висвітлювався на міжнародній науково-практичній конференції «Дизайн для сталого розвитку: наука, освіта, практика» (Київ, 30 квітня 2026 р.);

Публікації: Основні положення і результати дослідження викладені у публікації тез «ДИЗАЙН КОНЦЕПТУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ІНТЕРАКТИВНОЇ УПАКОВКИ ДЛЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОКУЛЯРІВ “AR.CADE”» у збірці матеріалів міжнародній науково-практичній конференції «[Дизайн для сталого розвитку: наука, освіта, практика](#)» 155-158 стр. (Київ, 30 квітня 2026 р.); [4]

Структура та обсяг роботи: Загальний обсяг роботи – 67 с. Кількість сторінок теоретичної частини – 42 с. Кількість позицій літературних джерел – 22. Кількість додатків – 5. Кількість ілюстрацій – 15.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОЄКТНОЇ СИТУАЦІЇ

1.1 Опис проєктної ситуації

1.1.1 Проєктна ситуація і ринок пакування AR-окулярів «AR.CADE»

Сучасний ринок персональної електроніки стоїть на порозі великих змін, які називають ерою «Post-Smartphone». «Це час, коли звичні смартфони поступово поступаються місцем пристроям доповненої реальності (AR), що стають основним способом зв'язку та роботи людини з цифровим простором» [21]. Згідно з прогнозами, цей ринок буде стабільно зростати, що вимагає від дизайнерів створення принципово нових рішень для пакування цих складних гаджетів.

За даними аналітичних звітів [15, 16] , проєктна ситуація сьогодні визначається трьома головними чинниками:

Технологічна зміна платформи. Пакування для AR-окулярів має захищати дуже крихку оптику та хвилеводи. Традиційні картонні коробки часто не дають потрібного захисту, тому в дизайні починають використовувати адитивні технології (3D-друк), які дозволяють створювати легкі та міцні ґратчасті структури (lattice structures) [12].

Екологічний тиск. Нові закони, особливо в ЄС, «вимагають від брендів ставати «кліматично нейтральними» до 2050 року» [9]. Це означає, що пакування більше не може бути просто відходом – воно повинно бути або повністю біорозкладним, або мати тривалий життєвий цикл [17, 18].

Запит на цифровізацію. Сучасні користувачі не хочуть читати паперові інструкції. Вони очікують, що пакування стане «цифровим входом» до продукту через NFC-мітки та сценарії доповненої реальності.

Проєктний прогноз показує, що до середини століття пакування перестане бути просто тарою. Воно перетвориться на інтелектуальну систему, яка одночасно є і захисним кейсом, і цифровим паспортом продукту

(DPP). У випадку з брендом «AR.CADE», дизайн базується на поєднанні екологічних біокомпозитів та інтерактивного досвіду розпакування (AR-Unboxing), що робить продукт унікальним на ринку.

1.1.2 Сегментування ринку пакування AR-окулярів

Ринок пакування для бренду «AR.CADE» розділений за кількома ознаками для кращого розуміння потреб споживачів:

Географічний сегмент. Великі міста та технологічні центри з розвинутою мережею 5G/6G, де AR-технології можуть працювати без затримок.

Демографічний сегмент. Основна група – представники *Покоління Z та Альфа* (16–35 років). Це люди, які виростили з гаджетами в руках («digital natives») і сприймають цифрові інтерфейси як частину реального світу.

Ціновий сегмент. Продукт відноситься до ніші «Premium Middle». Це покупці, які готові платити за інновації та якісні матеріали, але очікують, що річ буде служити довго.

Психографічний сегмент. Техно-ентузіасти, креативні професіонали та люди, які дбають про екологію. Для них дизайн пакування є показником статусу та цінностей бренду.

1.1.3 Конкурентна ситуація на ринку пакування AR-окулярів

На сьогодні ринок дизайну пакування для розумної оптики формують кілька сильних гравців, кожен з яких має свій підхід:

Apple (Vision Pro). Це еталон екологічності, де пакування майже на 100% складається з паперового волокна [14]. Дизайн дуже якісний, але пакування залишається «німим», воно не пропонує інтерактивної взаємодії після того, як його відкрили [15].

Meta (Ray-Ban Meta). Тут зроблено акцент на стилі життя. Пакування є функціональним зарядним футляром. Головний мінус – використання нерозкладних матеріалів (PU-шкіра) та звичайних паперових інструкцій [8].

XREAL / Viture. Ці бренди пропонують надійні жорсткі кейси для захисту. Проте в їхньому дизайні відсутня цифрова інтеграція та можливість персоналізації, а зовнішня коробка часто залишається звичайним картоном [16].

Tilt Five. Використовує гейміфікований підхід, створюючи «вау-ефект» при розпакуванні. Але конструкція містить багато пластику, що важко переробляється, і не відповідає принципам сталого дизайну [17].

Конкурентна перевага проєкту «AR.CADE» полягає у створенні «Циркулярного Портала» – гібриду, де зовнішня оболонка повністю зникає (розкладається), а внутрішня частина стає постійним технологічним аксесуаром із вбудованим цифровим паспортом та AR-інструкціями.

1.2 Опис ринку споживачів пакування «AR.CADE»

1.2.1 Сегментування ринку споживачів

Для успішної розробки пакування бренду «AR.CADE» необхідно чітко розуміти кінцевого користувача. Оскільки продукт створюється для майбутнього, основними споживачами є люди, які активно використовують технології та дбають про стан довкілля. Сегментацію ринку проведено за наступними ключовими ознаками [3]:

Географічні ознаки. Продукт орієнтований на жителів великих мегаполісів та технологічних центрів Європи, Північної Америки та Азії, регіонів з розвиненою цифровою інфраструктурою та широким покриттям мереж 5G/6G, що є критично важливим для роботи доповненої реальності.

Демографічні ознаки. Основне ядро аудиторії – представники Покоління Z (18–25 років) та Покоління Альфа. Це перші покоління «цифрових корінних мешканців», для яких межа між фізичним предметом та його цифровою копією майже непомітна. До цільової групи також входять креативні професіонали середнього віку (архітектори, дизайнери, розробники), які використовують AR у роботі.

Цінові ознаки. Споживачі належать до сегмента «Premium Middle». Вони цінують якісні речі та готові вкладати кошти в інновації, якщо ті мають обґрунтовану цінність та тривалий термін використання.

Психографічні ознаки. Люди з активною життєвою позицією, які цікавляться гаджетами («техно-ентузіасти») та екологічним активізмом. Для них пакування є маркером етичності компанії. Вони цінують прозорість бренду та хочуть знати історію походження кожного матеріалу.

1.2.2 Опис потреб, яким задовольнятиме продукт

Розробка пакувальної системи «AR.CADE» спрямована на задоволення конкретних запитів сучасного користувача, які сьогодні часто ігноруються великими виробниками електроніки. На основі аналізу вторинних джерел інформації виділено три основні потреби:

1. Потреба в екологічній прозорості та безпеці. Сучасний споживач відчуває втому від великої кількості пластикових відходів. Проект задовольняє цей запит через використання біокомпозитів, які повністю розкладаються [11, 18]. Завдяки інтегрованим NFC-міткам та Цифровому Паспорту Продукту (DPP), користувач може миттєво побачити звіт про екологічність пакування та отримати інструкції з його правильної утилізації [1].

2. Потреба в інтерактивному та емоційному досвіді. Покоління Z вимагає від процесу розпакування (unboxing) особливих відчуттів [23]. Проект замінює стандартні паперові вкладки на імерсивний сценарій AR-Unboxing [15]. Пакування працює як цифровий ключ: навівши камеру окулярів на коробку, користувач бачить 3D-інструкції та віртуального помічника безпосередньо у своєму просторі. Це створює сильний емоційний зв'язок з брендом.

3. Потреба у функціональній довговічності та унікальності. Споживачі хочуть володіти предметами, які мають тривалу цінність, а не викидати коробку одразу після покупки. Концепція проекту передбачає гібридизацію:

пакування трансформується у настільний органайзер або зарядний кейс-капсулу. Використання 3D-друку дозволяє створювати складні форми та текстури, які дають приємні тактильні відчуття та підкреслюють преміальність гаджета.

Таким чином, дизайн пакування «AR.CADE» виходить за межі простої оболонки. Він стає інструментом комунікації, що транслює цінності сталого розвитку та технологічної відкритості бренду.

1.3 Збір та аналіз аналогів пакувальних рішень

1.3.1 Збір, опис та аналіз аналогів пакування AR-окулярів

Для розробки інноваційного пакування «AR.CADE» обрано 5 аналогів, які представляють різні підходи до дизайну пакування для високотехнологічної оптики. Критерії пошуку базуються на меті проєктування та потребах цільової аудиторії: екологічність матеріалів, преміальність візуального образу та наявність цифрової взаємодії.

Apple Vision Pro – встановлює світовий стандарт екологічності. Коробка майже на 100% складається з паперового волокна та картону, що повністю виключає пластик [7]. Дизайн мінімалістичний, але пакування залишається «пасивним» об'єктом без додаткових функцій після розпакування (див. Додаток. В, рис1).

Ray-Ban Meta – орієнтований на стиль життя. Основним елементом пакування є жорсткий зарядний футляр із поліуретанової шкіри. Функціональне рішення, проте матеріали не є біорозкладними, а вся комунікація відбувається через традиційні паперові вкладиші (див. Додаток. В, рис2).

XREAL Air 2 Ultra – приклад інженерного підходу до захисту. Пакування включає компактний жорсткий кейс-капсулу для безпечного транспортування окулярів. Надійне рішення, але позбавлене цифрових маркерів (NFC) та можливості кастомізації (див. Додаток. В, рис3).

Google Glass (Enterprise Edition 2) – орієнтований на промисловий сектор (B2B). Пакування максимально утилітарне, виконане з недорогого картону. Не відповідає запитам преміального сегмента на імерсивність та «вау-ефект» (див. Додаток. В, рис4).

Tilt Five – AR-система для ігор, де пакування є частиною ігрового процесу. Спрямоване на створення яскравих емоцій під час розпакування. Проте конструкція містить складні полімерні кріплення, що суперечить принципам циклічної економіки (див. Додаток. В, рис5).

Оцінювання аналогів проводилося за п'ятибальною шкалою за критеріями, що є критичними для проєкту: екологічність (ESG), функціональність (багаторазовість), інтерактивність (Digital UX), захист оптики та естетична привабливість (CMF).

Таблиця 1.1. Порівняльний аналіз аналогічних дизайн-продуктів

«Аналог» №	Критерії аналізу «аналогів» пакування				
	Екологічність (ESG)	Функціональність	Інтерактивність	Захист оптики	Естетика (CMF)
1	2	3	4	5	6
1	5	2	1	4	5
2	2	5	2	3	4
3	2	4	1	5	3
4	3	2	1	3	2
5	2	3	5	3	4

Порівняльний аналіз показує суттєвий розрив на ринку [10]. Apple лідирує в екології матеріалів, але ігнорує цифрову роль пакування. Tilt Five досягає високої інтерактивності, але програє в екологічності. Більшість виробників досі використовують паперові інструкції та нерозкладні пластики, що створює «вікно можливостей» для проєкту «AR.CADE».

1.3.2 Обґрунтування стратегії позиціонування «AR.CADE»

На основі аналізу аналогів для бренду «AR.CADE» обрано стратегію «Циркулярного Портала». Вона базується на трьох головних векторах, що відрізняють продукт від конкурентів:

Абсолютна екологічна чесність. На відміну від конкурентів, які використовують лише перероблений папір, пропонується повна біорозкладність через 3D-друк біокомпозитами. Це відповідає вимогам Покоління Z щодо прозорості життєвого циклу речей.

Пакування як продукт (Packaging as a Product). Відмова від моделі «розпакував і викинув». Пакування позиціонується як довговічний технологічний вузол – зарядний кейс та органайзер. Поєднання захисної ролі кейсів XREAL з активною функцією енергозабезпечення.

Цифрова іммерсивність. Повна заміна паперових інструкцій на Цифровий Паспорт Продукту (DPP). Використання NFC-міток та сценаріїв AR-Unboxing надає користувачу інтерактивний досвід, якого немає у Apple чи Meta [20].

Висновки до 1 розділу

У результаті аналізу проєктної ситуації встановлено, що ринок AR-пакування перебуває на ранній стадії формування та демонструє чіткий незаповнений сегмент: жоден з провідних виробників не поєднує одночасно повну екологічність матеріалів, цифрову інтерактивність та довговічну функціональність пакування.

Цільова аудиторія проекту – Покоління Z та Альфа (16–35 років) із сегменту «Premium Middle» – висуває три ключові вимоги: екологічна прозорість, імерсивний досвід розпакування та функціональна цінність після покупки. Саме ці потреби лягли в основу стратегії позиціонування «Циркулярний Портал», яка об'єднує переваги всіх аналогів та усуває їхні недоліки.

РОЗДІЛ 2

ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ДИЗАЙН-ПРОПОЗИЦІЇ

2.1 Опис ідеї і формулювання концепції пакування «AR.CADE»

Основна ідея проєкту «AR.CADE» – це створення «Циркулярного Портала». Це пакувальна система, яка працює як перший фізичний та цифровий вхід у світ доповненої реальності. Головне завдання дизайну – надійно захистити крихку оптику окулярів, не створюючи при цьому зайвого сміття.

Художній образ проєкту базується на метафорі «Перемикач Реальності» – символ легкого переходу користувача зі звичайного світу у віртуальний. Цей ефект досягається через контраст матеріалів: холодний метал кейса підкреслює високі технології, а «теплий» біокомпозит упаковки – турботу про природу.

Для створення емоційного відгуку у споживача були запропоновані наступні концепції:

Концепція 1 . «Еко-Трансформер» (акцент на екологію). Упаковка має пористу фактуру з видимими волокнами рослин. Головна фішка – після того, як дістати окуляри, коробка легко перетворюється на зручну настільну підставку. Графічний дизайн простий, а вся важлива інформація зашита в NFC-мітку. Навівши телефон, користувач одразу бачить Цифровий Паспорт Продукту (DPP) з даними про те, як і з чого зроблена упаковка.

Концепція 2. «Digital Gate» (акцент на технології). Акцент на ідеально гладких формах, надрукованих за технологією RLP. Упаковка має футуристичне вікно, що рамує металевий кейс. Логотип бренду працює як маркер для доповненої реальності (AR-Unboxing). При перегляді упаковки через камеру з'являються 3D-підказки та віртуальний помічник, який допомагає налаштувати окуляри, замінюючи паперові інструкції.

Остаточний варіант концепції проєкту базується на принципі «Пакування як продукт». Коробка має свою цінність і після покупки.

Спеціальні прорізи в упаковці дозволяють бачити продукт ще до розпакування, що символізує відкритість та чесність бренду. Домінує біоморфна естетика. За допомогою 3D-друку створені складні решітчасті структури (lattice structures), які не тільки естетично виглядають, нагадуючи природні пори, а й працюють як відмінний амортизатор, захищаючи окуляри від ударів [12]. Фірмовий колір «AR.CADE Blue» у поєднанні зі сріблястим алюмінієм створює образ преміального гаджета майбутнього. Щодо стилістики проекту: дизайн цієї упаковки можна охарактеризувати як «стійкий хай-тек» (Sustainable High-Tech) або «еко-футуризм». Він майстерно поєднує в собі екологічну свідомість із сучасною технологічною естетикою.

2.2 Ескізування із обґрунтуванням і обговоренням

Процес ескізування є ключовим етапом пошуку оптимального формального рішення пакувальної системи «AR.CADE». Роботу організовано у три послідовні стадії, що відповідають методу графічно-композиційного моделювання.

На першій стадії (концептуальне ескізування) пошук форми вівся від загального до конкретного. Виконано понад 30 ескізів від руки (див. Додаток. Г, рис 1), де досліджувалися основні метафори: «портал», «кнопка перемикачання», «капсула часу». Головна задача – знайти силует, який одночасно передає технологічність та екологічність. В результаті обрано форму обтічної капсули з решітчастою (lattice) поверхнею, що нагадує бджолині стільники або кристалічні решітки.

На другій стадії: створення неймінгу та розробка логотипа відпрацьовувалися варіанти знаку-«перемикача». Назва «AR.CADE» є багаторівневою грою слів. З одного боку, вона містить аббревіатуру AR (Augmented Reality – доповнена реальність), яка прямо вказує на технологічний профіль продукту. З іншого – слово Arcade, що викликає стійкі асоціації з класичними ігровими автоматами 1980-х років: яскравими пікселями, захопливим досвідом та ностальгією за першим контактом

людини з цифровим світом. Таким чином, назва одночасно звернена у минуле та у майбутнє – вона позиціонує бренд як портал між епохами: від зародження цифрової культури до її нової ери у вигляді доповненої реальності (див. Додаток. Г, рис. 2 – мапа асоціативних думок).

Особливу роль у написанні відіграє крапка між AR і CADE. Візуально вона зчитується як піксель – мінімальна одиниця цифрового зображення, символ початку комп'ютерної епохи. Змістовно крапка є містком: вона розділяє і водночас поєднує реальність та віртуальність, фізичний предмет та цифровий досвід. Цей прийом перетворює навіть саму назву бренду на концептуальне висловлювання.

Паралельно відпрацьовувалися варіанти знаку-«перемикача». Логотип виконує подвійну функцію: є AR-маркером для розпакування та брендовим знаком. Розглядалися варіанти на основі кола (символ нескінченного циклу), стрілки (перехід між станами) та кнопки ON/OFF. Фінальне рішення – геометризована кнопка вмикання з вписаним логотипом «AR.CADE», яка впевнено зчитується і з відстані, і в мініатюрному масштабі (див. Додаток. Г, рис. 3).

Мудборд проєкту структурований за шістьма тематичними блоками та відображає ключові аспекти дизайн-концепції «AR.CADE» (див. Додаток. Г, рис. 4). Центральний образ – момент переходу користувача у доповнену реальність – задає загальний настрій роботи та стилістичні орієнтири: мінімалістичний футуризм Apple Vision Pro, Nothing та Teenage Engineering. Форму пакування сформовано на основі референсів органічних об'єктів – річкової гальки, капсул, насіння рослин. Ключовим візуальним блоком є решітчасті структури (lattice): стільники, коралові рифи, кісткова тканина – природні аналоги амортизуючих конструкцій, реалізованих у проєкті засобами 3D-друку.

Окрему увагу приділено контрасту матеріалів: природні біокомпозити та конопляне волокно протиставлені матовому

алюмінію та анодованому металу, що відображає центральну ідею проекту «природа ↔ технологія». Колірна палітра зафіксована у п'яти кольорах – від акцентного «AR.CADE» (#003FFF) до бежево-сірого біокомпозиту (#D7D1C5). Завершує мудборд блок цифрового досвіду: референси NFC-міток, AR-інтерфейсів та екранів Цифрового Паспорту Продукту (DPP), що стали основою для розробки сценарію AR-Unboxing. (див. Додаток. Г, рис 4).

На третій стадії (конструктивне ескізування) розроблено схеми трансформації пакування. Ключова проблема – як одна форма може виконувати функції захисної упаковки і трансформуватися у корисний аксесуар. Вирішення знайдено через систему «зовнішня оболонка + внутрішній кейс»: біокомпозитна зовнішня оболонка після розкладання не залишає слідів, а алюмінієвий внутрішній кейс стає постійним аксесуаром (див. Додаток. Г, рис 5).

Висновки до 2 розділу

Розроблена дизайн-пропозиція повністю відповідає стратегії «Циркулярного Портала»: концепція «Еко-Трансформер» акцентує екологічну свідомість бренду, а «Digital Gate» – технологічне лідерство. Метафора «Перемикач Реальності» ефективно транслюється через всі елементи – від логотипа до решітчастих структур корпусу.

Процес ескізування підтвердив, що поєднання зовнішньої біорозкладної оболонки з внутрішнім алюмінієвим кейсом є оптимальним конструктивним рішенням: воно вирішує проблему відходів і водночас надає споживачу довговічний функціональний предмет.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ

3.1 Конструктивно-пластичне та графічне рішення проєкту

Конструктивне рішення пакувальної системи «AR.CADE» складається з двох структурних компонентів із принципово різними матеріалами та функціями.

Перший компонент – захисний кейс-капсула (первинне пакування). Форма – обтічний паралелепіпед з радіусними кутами (радіус 12 мм), що забезпечує оптимальне заповнення об'єму та мінімізує витрату матеріалу під час 3D-друку. Внутрішній простір розділений на дві зони: фіксована ніша для окулярів із системою решітчастих підпружинених елементів, для внутрішнього амортизуючого елемента кейса використовується натуральний латекс - рослинного походження, що видобувається з молочного соку каучукового дерева. Матеріал є біорозкладним, стійким до деформацій та забезпечує надійне пом'якшення вібрацій і захист оптики від механічних пошкоджень. На відміну від синтетичного силікону, натуральний латекс повністю відповідає ESG-стратегії бренду «AR.CADE» та концепції циркулярної економіки, що замінює традиційний поролон, і відсік для аксесуарів (кабель, адаптер). Кейс надрукований із переробленого алюмінієвого порошку методом SLM (Selective Laser Melting) та виконує функцію зарядного пристрою після розпакування (див. Додаток. Г, рис 6).

Другий компонент – зовнішня біокомпозитна оболонка (вторинне пакування). Являє собою структуру з решітчастою поверхнею (lattice density 15–20%), що відтворює естетику природних пористих матеріалів – кораловий риф або кісткова тканина. Вона виготовляється методом FDM 3D-друку з філаменту PLA/PHB (15% коноплених волокон) та повністю розкладається за 6–18 місяців у промисловому компості без виділення токсинів [10, 21]. Загальна товщина стінок оболонки – 2,2–2,8 мм, що забезпечує достатню жорсткість при транспортуванні (див. Додаток. Г, рис 7).

Графічне рішення базується на принципі мінімалізму та еко-футуризму: на поверхні фізичного пакування відсутній традиційний друк [4, 5]. Єдиним графічним елементом є логотип-«перемикач», гравірований лазером у матеріал зовнішньої оболонки. Він водночас є AR-маркером для сценарію розпакування та ідентифікатором бренду. Колірна палітра обмежена двома матеріальними кольорами: природний бежево-сірий тон біокомпозиту та матово-сріблястий алюміній кейса. Акцентним кольором виступає «AR.CADE Blue» (Pantone 2728 C, HEX #003FFF), який застосовується у цифровому просторі у DPP-інтерфейсі та AR-оверлеях [2] (див. Додаток. Г, рис 8).

3.2 Поліграфічне та технологічне забезпечення

Принциповою особливістю проекту є повна відмова від традиційної поліграфії (офсетного та цифрового друку) на поверхні пакування. Всі носії інформації переведено в цифровий формат. Таке рішення продиктоване вимогами ЄС щодо скорочення використання фарб та лаків у упаковці.

Технологічне забезпечення виробництва включає такі процеси:

FDM 3D-друк (Fused Deposition Modeling) – для виготовлення зовнішньої біокомпозитної оболонки. Обладнання: промисловий принтер типу Markforged X7 або аналог. Параметри: температура сопла 200 – 210°C, шар 0,15 – 0,20 мм, швидкість подачі 45 мм/с. Матеріал: PLA/PNB-філамент з 15% коноплених волокон.

RLP (Rapid Liquid Printing) – для виготовлення складних органічних форм декоративних елементів кейса. Технологія дозволяє формувати 3D-об'єкти у гелевому середовищі, що усуває потребу в підтримуючих структурах та скорочує час друку на 60%.

SLM (Selective Laser Melting) – для виготовлення алюмінієвого кейса-капсули з переробленого алюмінієвого порошку (сплав AlSi10Mg). Забезпечує щільність деталі 99,7% та чудові механічні характеристики для захисту оптики.

NFC-інтеграція – вбудовування чипів NFC Forum Type 4 (ISO/IEC 14443) безпосередньо в зовнішню оболонку під час 3D-друку [13]. Дальність зчитування: 0–10 см. Дані, зашиті в чип: URL на DPP-сторінку, унікальний ідентифікатор виробу, дата виготовлення.

Лазерне гравірування – для нанесення логотипа-AR-маркера на поверхню зовнішньої оболонки після 3D-друку. Точність: 0,05 мм. Глибина гравірування: 0,3–0,5 мм.

Цифровий Паспорт Продукту (DPP) розміщується на захищеному хмарному сервері та містить: склад матеріалів із зазначенням частки переробленої сировини, вуглецевий слід виробництва (розрахований за методологією ISO 14040), інструкцію з утилізації та AR-сценарій розпакування.

3.3 Додрукарська підготовка макетів

Додрукарська підготовка у проєкті «AR.CADE» означає підготовку цифрових файлів до виробництва – для 3D-друку, лазерного гравірування та програмування NFC. Процес охоплює чотири основних етапи.

Перший етап – підготовка 3D-моделей. Фінальні 3D-моделі всіх компонентів розроблені у середовищі Fusion 360 та Grasshopper (для параметричного генерування решітчастих структур). Для кожного компонента проводиться:

- перевірка геометрії (водонепроникність меша, відсутність самоперетинів) у Meshmixer;
- оптимізація решітчастих структур за критеріями жорсткості та мінімізації матеріалу в nTopology;
- слайсинг (генерування G-code) у Simplify3D з налаштуванням параметрів під конкретний принтер та матеріал;
- симуляція процесу друку для виявлення деформацій та потреби в підтримках.

Другий етап – підготовка графічних файлів. Логотип-AR-маркер підготовлений у Adobe Illustrator у форматі SVG з роздільністю, достатньою для зчитування AR-системою на відстані до 50 см. Для лазерного гравірування файл конвертується у растровий формат PNG (роздільність 600 DPI) та у векторний DXF для точного позиціонування на поверхні моделі.

Третій етап – програмування NFC-чипів. Для кожного виробу генерується унікальний QR-код та NFC-запис за стандартом NDEF (NFC Data Exchange Format). URL посилається на персоналізовану DPP-сторінку з усіма даними про конкретний екземпляр продукту. Тестування зчитування проводиться на чотирьох різних NFC-зчитувачах (iOS, Android).

Четвертий етап – контроль якості перед виробництвом. Фізичний прототип (rapid prototype) виготовляється на FDM-принтері з тимчасового матеріалу PLA для перевірки ергономіки, щільності посадки окулярів та коректності AR-маркера. Тест-друк виявляє потенційні проблеми на рівні прототипу, а не готового виробу, що скорочує витрати на виробничий брак.

Висновки до третього розділу

Практична реалізація проєкту «AR.CADE» ґрунтується на повній відмові від традиційних виробничих технологій пакування. Комбінація FDM 3D-друку біокомпозитних матеріалів, SLM металодруку та інтеграції NFC-чипів дозволяє виготовити пакувальну систему, яка повністю відповідає вимогам циклічної економіки та Регламенту ЄС про екодизайн (ESPR).

Розроблена система підготовки файлів забезпечує відтворюваність результату та мінімізує виробничий брак. Використання параметричного моделювання для решітчастих структур відкриває можливість швидкої адаптації дизайну пакування під різні габарити продуктів лінійки AR.CADE без переробки всієї конструкторської документації.

ВИСНОВКИ

У результаті проведено дослідження та розроблено дизайн-концепт екологічної та інтерактивної упаковки для окулярів «AR.CADE». Підсумки роботи повністю відповідають меті та завданням, поставленим у вступі.

По-перше, аналіз світових трендів підтвердив, що індустрія електроніки переходить до ери «Post-Smartphone», де головним гаджетом стають AR-окуляри. Дослідження конкурентного середовища виявило незаповнений ринковий сегмент: жоден з провідних виробників не поєднує одночасно повну екологічність матеріалів, цифрову інтерактивність та довговічну функціональність пакування.

По-друге, вивчення вимог цільової аудиторії (Покоління Z та Альфа) підтвердило, що молоді люди цінують «екологічну прозорість» та імерсивний досвід. У проєкті це реалізовано через відмову від пластику та заміну паперових інструкцій на AR-сценарії розпакування.

По-третє, розроблено конструктивне рішення, оптимізоване для FDM 3D-друку та технології Rapid Liquid Printing (RLP). Обґрунтовано вибір біокомпозитів на основі PLA/PHB, які забезпечують надійний захист крихкої оптики при повній біорозкладності матеріалу.

По-четверте, сформовано графічну айдентику бренду на основі ідеї «Перемикач Реальності». Використання символіки кнопки ON/OFF та поєднання технологічного кольору «AR.CADE Blue» з природними текстурами створює чіткий емоційний образ переходу до доповненої реальності.

По-п'яте, розроблено концепцію інтерактивного досвіду. Завдяки NFC-міткам та Цифровому Паспорту Продукту (DPP) відповідно до вимог Регламенту EPR ЄС, користувач отримує всю інформацію про екологічність виробу без використання паперу. Сценарій AR-Unboxing перетворює процес розпакування на захоплюючу цифрову взаємодію.

Таким чином, у результаті виконання кваліфікаційної роботи створено цілісну модель пакувальної системи «Циркулярного Портала», що доводить: дизайн майбутнього – це баланс між високими технологіями та етичним ставленням до природи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ISO 14021:2016. Екологічні маркування та декларації. (ISO 14021:2016, IDT).
2. Іттен Й. Мистецтво кольору. Київ: ArtHuss, 2022.
3. Котлер Ф. Основи маркетингу. URL: <https://11nq.com/7x91cjt>
4. Ланько М. А. Пакування для пристроїв доповненої реальності. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Дизайн і мистецтво». Київ : КНУКіМ, 2023. С. 155–158.
5. Лаптон Е., Коул Філіпс Дж. Основи. Графічний дизайн 04: Нові основи. Київ: ArtHuss, 2024.
6. Мюллер-Брокманн Й. Сіткові системи в графічному дизайні. Київ: ArtHuss, 2024.
7. Офіційний магазин Apple. URL: <https://www.apple.com/ua/>
8. Офіційний магазин Ray-Ban Meta. URL: <https://www.ray-ban.com/usa/ray-ban-meta-ai-glasses>
9. Петрашко І. Кліматична нейтральність до 2050 року: план дій для України. Європейська правда. 2021. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/experts/2021/01/20/7118731>
10. Сучасні рішення в дизайні упаковки: інновації та тренди. Zond Agency, 2024. URL: <https://www.zond.agency/blog/suchasni-rishennya-v-dizayni-upakovki-innovaciyi-ta-trendi>
11. Almeida V. H. M., Jesus R. M., Santana G. M., Khan S., Silva E. F. M. S., Cruz I. S., Santos I. S., dos Anjos P. N. M. The Development of Biocomposite Filaments for 3D Printing by Utilizing a Polylactic Acid (PLA) Polymer Matrix Reinforced with Cocoa Husk Cellulose Fibers. Polymers. 2024. Vol. 16, no. 13. URL: <https://doi.org/10.3390/polym16131757>
12. Andanje M. N., Mwangi J. W., Mose B. R., Carrara S. Biocompatible and Biodegradable 3D Printing from Bioplastics: A Review. Polymers (Basel). 2023. Vol. 15, no. 10. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10221408/>

13. ANSI/CAN/UL 8400:2023. Virtual Reality and Mixed Reality Technology Equipment.
14. Apple Vision Pro Environment Report. Apple Inc., 2024.
15. AR-Unboxing and Gamification Trends. TrendHunter. URL: <https://www.trendhunter.com/protrends/ar-unboxing>
16. Augmented Reality Glass Market Report. MarketsandMarkets. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/ar-glass-market-130690160.html>
17. Augmented Reality (AR) Packaging Market Size & Share Report. Grand View Research. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/augmented-reality-packaging-market-report>
18. Circular Economy for Plastics. Ellen MacArthur Foundation. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview>
19. Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) and Digital Product Passport. European Commission, 2024.
20. How Augmented Reality is Transforming Packaging. io.tt. 2025. URL: <https://io.tt/blog/how-augmented-reality-is-transforming-packaging-the-future-of-interactive>
21. Lobo R. This Eyewear Giant Is Positioning Itself to Win the Post-Smartphone Era. The Average Joe. October 12, 2025. URL: <https://readthejoe.com/tech/this-eyewear-giant-is-positioning-itself-to-win-the-post-smartphone-era/>
22. Mikula K., Skrzypczak D., Izydoreczyk G., Warchoń J., Moustakas K., Chojnacka K., Witek-Krowiak A. 3D Printing Filament as a Second Life of Waste Plastics – a Review. Environmental Science and Pollution Research. 2020. Vol. 28. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10657-8>
23. Unboxing Marketing Glossary. Undigital. URL: <https://undigital.com/glossary>