

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка

Факультет мистецтв

Кафедра образотворчого мистецтва,  
дизайну та методики їх навчання

ТЕРЕНТЬЄВА ОЛЕКСАНДРА РУСЛАНІВНА

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІГРАШКОВОГО ДИЗАЙНУ  
НА ПРИКЛАДІ ШАРНІРНИХ ЛЯЛЬОК

**Магістерська робота**  
за спеціальністю 022 Дизайн  
Науковий керівник:  
Мацишина Зоя Анатоліївна,  
кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри  
образотворчого мистецтва,  
дизайну та методики їх навчання  
Рецензент: \_\_\_\_\_

Роботу допущено до захисту

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Тернопіль - 2025

## АНОТАЦІЯ

Терентьєва О. Р. дизайн-проєкту на тему «Сучасні тенденції іграшкового дизайну на прикладі шарнірних ляльок». Магістерська робота за спеціальністю 022 Дизайн – Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль 2025 рік.

У магістерській роботі викладено інформацію про еволюцію та сучасні тенденції іграшкового дизайну, а також технологічні особливості створення шарнірних ляльок (BJD). У ході роботи було проаналізовано історичний розвиток галузі, вплив цифрових технологій та специфіку адитивного виробництва. На їхній основі розроблено та виготовлено засобами 3D-друку авторські шарнірні ляльки, що втілюють образи тварин з Червоної книги України («Вухань австрійський» та «Тюлень-монах») у стилістиці кіберпанку. Цей проєкт поєднує екологічну проблематику захисту зникаючих видів із сучасною культурою колекційних іграшок та цифровим моделюванням.

Ключові слова: іграшковий дизайн, шарнірна лялька (BJD), 3D-моделювання, 3D-друк, кіберпанк, Червона книга України, дизайн персонажів, ZBrush, PETG.

The master's thesis contains information on the evolution and modern trends in toy design, as well as the technological features of creating ball-jointed dolls (BJD). In the course of the work, the historical development of the industry, the influence of digital technologies, and the specifics of additive manufacturing were analyzed. Based on them, author's ball-jointed dolls embodying images of animals from the Red Book of Ukraine ("Austrian long-eared bat" and "Monk seal") in the cyberpunk style were developed and manufactured using 3D printing. This project combines ecological issues of protecting endangered species with modern collectible toy culture and digital modeling.

## ЗМІСТ:

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ІГРАШОК .....	8
1.1. Витоки і еволюція ляльок.....	8
1.2. Вплив технологій на розвиток іграшкового дизайну.....	11
Висновки з першого розділу .....	13
РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ ЛЯЛЬОК У 3D ДЛЯ ІГРАШКОВОГО ДИЗАЙНУ ....	14
2.1. Процес створення об'ємних моделей персонажів у програмному забезпеченні .....	14
2.2. Використання технологій адитивного виробництва для виготовлення іграшок .....	18
2.3. Особливості дизайну шарнірних BJD фігурок.....	22
Висновки з другого розділу .....	27
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПЕРСОНАЖІВ У 3D ДЛЯ ІГРАШКОВОГО ДИЗАЙНУ .....	28
3.1. Розробка концепції 3D моделей персонажів .....	28
3.2. Поєднання кіберпанк елементів з природними образами .....	29
3.3. Створення дизайн-проекту моделей .....	32
Висновки з третього розділу .....	34
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	39
ДОДАТКИ.....	43

## ВСТУП

Іграшки, з моменту їхнього створення, завжди виконували кілька ролей: від інструментів для розвитку дітей до символів культурних і соціальних змін. Протягом століть іграшки залишалися основними елементами дитячої гри, однак із часом вони почали виходити за межі традиційного призначення.

У ХХ та ХХІ століттях, завдяки розвитку технологій та змінам у соціальних і культурних нормах, іграшки почали перетворюватися на складні арт-об'єкти, що часто стають частиною колекцій для дорослих. Вони можуть мати високу художню цінність і створюватися відомими художниками та дизайнерами, поєднуючи естетичний дизайн з глибокими соціальними та культурними посланнями. Іграшки цього типу не лише задовольняють потребу в естетиці, а й можуть стати важливими елементами арт-рухів, виставок, тематичних колекцій або навіть благодійних проєктів. Часто вони використовуються як інструменти соціального впливу, звертаючи увагу на важливі питання або допомагаючи в зборі коштів для благодійних ініціатив. Таким чином, сучасні іграшки виходять за рамки просто предметів для дітей, перетворюючись на символи культурних змін та соціальної відповідальності.

Особливо в останні десятиліття, коли питання соціальної відповідальності стало більш актуальним, багато дизайнерів почали створювати іграшки, які не лише виконують естетичну функцію, але й несуть соціальну місію. Наприклад, іграшки можуть використовуватися як частина благодійних проєктів для збору коштів на важливі соціальні цілі. Вони стають не просто товарами, а інструментами впливу, зокрема через популяризацію культурних цінностей або фінансову підтримку благодійних організацій.

Таким чином, сучасні іграшки вже не лише служать для розваги, а стають частиною культурного та соціального дискурсу, відкриваючи нові можливості для взаємодії з аудиторією та підтримки важливих ініціатив.

Шарнірні ляльки – це ляльки з рухомими частинами, які дозволяють змінювати їхні пози та вирази обличчя. Вони відрізняються від звичайних

іграшок високою деталізацією, реалістичністю та художньою цінністю. Ці ляльки часто стають предметами колекціонування або арт-об'єктами, використовуються не лише для гри, а й як елементи художніх виставок, проектів чи індивідуальних колекцій. Завдяки своїй майстерності та творчому підходу, шарнірні ляльки привертають увагу як шанувальників мистецтва, так і колекціонерів.

Останнім часом шарнірні ляльки набирають все більшої популярності, особливо серед колекціонерів і любителів мистецтва. Ці ляльки перестали бути просто дитячими іграшками і перетворились на арт-об'єкти з глибоким змістом та унікальним дизайном.

Більш того, такі ляльки можуть мати важливу соціальну місію, коли їх створення і продаж спрямовані на підтримку благодійних ініціатив. Наприклад, кошти від продажу ляльок можуть бути використані для збору фінансів на допомогу Збройним Силам України, що надає їм не лише естетичну, але й соціальну цінність.

**Актуальність обраної теми** полягає в тому, що сучасний дизайн іграшок, зокрема шарнірних ляльок, стає не тільки інструментом для естетичного задоволення, а й важливим елементом соціальної та культурної комунікації. У часи глобальних викликів, таких як війна та екологічні проблеми, мистецтво і дизайн можуть стати потужними засобами підтримки благодійних ініціатив та соціальних змін.

**Джерельною базою** дослідження стали різноманітні наукові публікації, статті, монографії, що стосуються розвитку сучасного іграшкового дизайну, тенденцій в 3D-моделюванні та використання 3D-друку. Зокрема, було проаналізовано літературу, що описує еволюцію шарнірних ляльок як арт-об'єктів, їх роль у колекціонуванні та вплив на сучасну культуру. Окрім того, дослідження спирається на матеріали, що висвітлюють соціальну місію дизайну, в тому числі на приклади використання мистецтва для підтримки благодійних ініціатив.

Також джерельну базу складають ресурси, що стосуються розвитку 3D-технологій в Україні, використання 3D-принтерів у створенні унікальних моделей та виробів, а також публікації, що описують застосування новітніх технологій в дизайні та мистецтві для соціальних цілей.

**Мета дослідження** – створення серії шарнірних ляльок у вигляді тварин, що включатимуть елементи броні українських військових, поєднуючи їх з образами рідкісних і зникаючих тварин з Червоної книги України.

**Об'єктом дослідження** є процес створення шарнірних ляльок, які поєднують елементи броні українських військових з образами тварин, занесених до Червоної книги України. Особлива увага приділяється використанню 3D-технологій для моделювання та виготовлення таких ляльок.

**Предметом дослідження** стали сучасні тенденції в дизайні ляльок, зокрема шарнірних ляльок, а також їхня роль у соціальних ініціативах та благодійних проєктах. Дослідження охоплює використання 3D-технологій для створення унікальних моделей ляльок, що поєднують елементи мистецтва, культури та соціальних меседжів.

**Хронологічні рамки дослідження** охоплюють період з кінця ХХ століття до сьогодення, що набули популярності в останні десятиліття.

**Практичне значення** дослідження полягає в тому, що його результати можуть бути використані при розробці курсів лекцій з 3D-моделювання та 3D-друку для художніх навчальних закладів. Це дослідження також може стати основою для подальших наукових розробок у сфері використання 3D-технологій для створення арт-об'єктів та іграшок, а також для практичного застосування цих технологій у соціальних та благодійних ініціативах. Отримані результати можуть бути корисними для фахівців, які працюють у сфері 3D-дизайну та 3D-друку, розвиваючи нові підходи до створення унікальних виробів.

**Апробація дослідження.** Дослідження було апробовано на Мистецькому науковому конкурсі «Мала академія мистецтв», організованому Хмельницькою гуманітарно-педагогічною академією. Основні результати були оприлюднені на

підсумковій науково-практичній конференції 10 квітня 2025 року (м. Хмельницький, дистанційна участь).

**Обсяг і структура реферату.** Магістерська робота складається зі вступу, трьох основних розділів, восьми підрозділів, висновків, переліку використаних джерел (50 позиція) та додатків, що містять ілюстрації та приклади дизайну шарнірних ляльок. Також передбачається альбом із візуалізаціями концептів, на які опиралася під час створення, а також шарнірні ляльки, надруковані на 3D-принтері та вручну розписані.

Загальний обсяг роботи становить приблизно 54 сторінок, з них 42 – основної частини, включаючи вступ, основну частину, висновки до кожного розділу, загальні висновки та список використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ІГРАШОК

### 1.1. Витоки і еволюція ляльок

Лялька є одним із найдавніших та найбільш складних феноменів матеріальної культури людства, що супроводжує цивілізацію на всіх етапах її розвитку. В історії іграшок цей об'єкт посідає унікальне місце, адже його функціональне призначення ніколи не обмежувалося виключно розважальною роллю; лялька завжди виступала як антропоморфна модель, що відображала релігійні уявлення, соціальну ієрархію, естетичні ідеали та технологічний прогрес своєї епохи. Дослідження ляльки дозволяє простежити шлях від примітивних сакральних фігурок до високотехнологічних шарнірних механізмів, які є вершиною сучасної лялькової індустрії.

Витоки ляльки сягають доісторичних часів, проте в наукових колах досі тривають дискусії щодо розмежування понять «ідол» та «іграшка» в архаїчних культурах. Найдавніші знахідки, такі як палеолітичні «венери» (див. Додаток А, іл. 1.1), ймовірно, мали культове призначення, символізуючи родючість, однак уже в Стародавньому Єгипті (Близьке царство, бл. 2000 р. до н.е.) з'являються артефакти, які можна класифікувати як ігрові об'єкти. Єгипетські «дощечкові ляльки» (paddle dolls), вирізьблені з дерева та розписані геометричними візерунками, часто мали волосся з глиняних намистин, що свідчить про спробу імітації людської зовнішності не лише для ритуалу, але й для тактильної взаємодії. Важливим етапом в еволюції стала епоха Античності. У Стародавній Греції та Римі лялька набула чіткого ігрового статусу, хоча й зберігала зв'язок із ритуалом: дівчата перед шлюбом приносили свої іграшки в жертву богиням (Артеміді або Афродіті) як символ прощання з дитинством. Саме в цей період зароджується ідея рухливості – грецькі «невроспастос» (тягнуті за мотузки) виготовлялися з теракоти або кістки і мали рухомі з'єднання в плечах та стегнах, що стало першим кроком до створення шарнірної конструкції.

В епоху Середньовіччя, через домінування християнського світогляду та загальний занепад ремісничих технологій, ляльки стали простішими.

Основними матеріалами були дерево, глина та текстиль. Народна ганчір'яна лялька («мотанка» в українській традиції або її європейські аналоги) виконувала подвійну функцію: оберега та засобу соціалізації дитини. Проте вже в період Ренесансу та Бароко лялька починає трансформуватися в об'єкт розкоші та засіб комунікації моди. У XVII–XVIII століттях у Франції з'являються так звані «Пандори» – вишукані ляльки, які слугували манекенами для демонстрації останніх модних тенденцій європейським дворам. Це змінило сприйняття ляльки: вона перестала бути лише дитячим атрибутом, ставши предметом колекціонування та естетичної насолоди для дорослих.

Справжня революція в ляльковій індустрії відбулася в XIX столітті, яке називають «золотим віком» ляльок, де про їхній реалістичний вид дуже піклувалися. Юрій Ковалів у своїй праці зазначає: «Термін "реалізм" був доволі пізнім і появився лише в середині XIX ст.» [18, 52]. Промисловий переворот дозволив перейти від кустарного виробництва до мануфактурного. Спочатку лідерство утримували німецькі майстри (регіони Тюрингія та Нюрнберг), які використовували пап'є-маше та віск, а згодом – глазуровану порцеляну. Однак справжнім проривом стало винахід бісквітної порцеляни, яка за своєю фактурою ідеально імітувала людську шкіру. Французькі фірми, такі як Jumeau (див. Додаток А, іл. 1.2), Vro та Gaultier, піднесли мистецтво створення ляльки-дитини на недосяжний рівень, приділяючи увагу не лише обличчю, а й костюму та аксесуарам. Паралельно розвивалася інженерна думка: ляльки навчилися «говорити» завдяки вбудованим механізмам, «ходити» та заплющувати очі за допомогою спеціальних противаг. Тіла таких ляльок виготовляли з композиту або шкіри, що дозволяло здешевити виробництво при збереженні дорогої порцелянної голови.

Початок XX століття ознаменувався пошуком нових, міцніших та дешевших матеріалів. Винайдення целулоїду, а згодом вінілу та пластмас, зробило іграшку масовою та доступною для всіх верств населення. Поява в 1959 році ляльки Барбі (див. Додаток Б, іл. 1.3) від компанії Mattel змінила парадигму гри, повернувши концепцію ляльки-жінки, моделі для рольової гри в

доросле життя, а не в материнство. Проте, незважаючи на домінування статичних або напівстатичних вінілових фігур у мас-маркеті, у кінці ХХ століття на тлі синтезу традиційного мистецтва та сучасних технологій виник новий феномен, що повернув інтерес до складної механіки – шарнірні ляльки BJD (Ball-Jointed Dolls).

Сучасні BJD є прямими спадкоємцями античних невроспастос та художніх експериментів сюрреалістів. Зокрема, Ганса Беллмера, який у 1930-х роках використовував шарнірну ляльку як арт-об'єкт (див. Додаток Б, іл. 1.4). Сучасна історія цих ляльок починається в Японії наприкінці 1990-х років, коли компанія Volks випустила першу модель із поліуретану, з'єднану за допомогою системи еластичних шнурів та кулястих шарнірів. Принципова відмінність такої конструкції полягає в тому, що кулястий шарнір, розміщений у місцях анатомічних згинів: шия, плечі, лікті, зап'ястя, торс, стегна, коліна, щиколотки, дозволяє фігурі приймати практично будь-яку позу, властиву людському тілу, і утримувати її завдяки натягу шнура всередині порожнистих деталей. Це забезпечило небачену раніше реалістичність та пластичність.

Еволюція дійшла до того, що сучасні шарнірні ляльки стали об'єктом високого мистецтва та кастомізації. Власник може змінювати не лише одяг, але й очі, перуки, макіяж і навіть окремі частини тіла, що перетворює фабричний виріб на унікальний авторський екземпляр. Використання фотополімерного 3D-друку в останні роки ще більше розширило можливості створення складних подвійних та потрійних шарнірів, які забезпечують максимальну рухливість, стираючи межу між іграшкою та реалістичною скульптурою.

Історичний шлях розвитку ляльки, можна стверджувати, що її еволюція відбувалася у напрямку від символічної статичності до гіперреалістичної динаміки. Розпочавшись як сакральний об'єкт із глини чи дерева, лялька пройшла шлях через порцелянову вишуканість ХІХ століття до сучасних інженерних рішень у вигляді BJD. Кожен етап цього розвитку відображав прагнення людства не просто скопіювати свій образ, а й наділити його

«життям» через рух, що робить історію ляльки важливою складовою культурної антропології та історії техніки.

## **1.2. Вплив технологій на розвиток іграшкового дизайну**

Розвиток іграшкового дизайну є захоплюючим відображенням загальної технологічної та культурної еволюції людства. Від простих, виготовлених вручну артефактів до високотехнологічних інтерактивних пристроїв, технології завжди були рушійною силою, що формувала як матеріал, так і досвід взаємодії з іграшками. Цей вплив особливо помітний на прикладі виробництва ляльок, які слугують мініатюрними дзеркалами нашого світу.

На початку історії іграшки, включно з ляльками, були продуктом ручної праці та використання природних матеріалів. Технологія полягала в майстерності: різьблення по дереву, ліплення з глини, шиття з тканини чи шкіри. Доіндустріальна епоха ознаменувалася появою примітивних інструментів, що підвищили якість і деталізацію, але процес залишався повільним і дорогим. Ляльки часто були унікальними витворами мистецтва, доступними лише заможним верствам населення.

Справжня революція настала з Промисловою революцією XVIII–XIX століття. Впровадження парових машин і, згодом, електрики призвело до механізації виробництва. Винахід форм для лиття зокрема, порцеляни та пап'є-маше і стандартизованих процесів дав змогу масово виробляти іграшки. Це зробило ляльок значно дешевшими та доступнішими. З'явилася можливість створювати складніші деталі обличчя та тіла, а використання металевих компонентів дозволило розробляти прості механізми. Наприклад, ляльки, що кліпають очима або видають звуки. Технологія гарячого пресування і вулканізації каучуку, для гумових ляльок, також розширила матеріальну базу.

Середина XX століття принесла найважливіший технологічний прорив для індустрії: синтетичні полімери. Впровадження пластмас стало переломним моментом. Технології, такі як лиття під тиском та видувне лиття, дозволили

виробляти величезні обсяги іграшок з високою точністю, низькою собівартістю та значною довговічністю. Це забезпечило гнучкість у дизайні, дозволивши створювати ляльок із рухомими суглобами, реалістичною шкірою та яскравими кольорами. Вперше дизайнери могли вільно експериментувати з пропорціями та аксесуарами, що призвело до появи культових фігур, таких як Барбі.

Кінець XX та початок XXI століття ознаменувалися інтеграцією цифрових та електронних технологій. В іграшковий дизайн увійшла мікроелектроніка, що дозволила створювати інтерактивні іграшки. Ляльки почали оснащуватися мікрочипами, датчиками, динаміками та мікрофонами. Це забезпечило такі функції, як розпізнавання голосу, реагування на дотик, відтворення фраз і пісень, а також підключення до інтернету. Цей технологічний стрибок перетворив іграшку з пасивного об'єкта на активного «партнера» у грі.

У сучасному виробництві ключову роль відіграють комп'ютерні технології. Дизайнери використовують системи автоматизованого проектування та 3D-моделювання для розробки складних форм і точного припасування деталей ще до початку фізичного виробництва. Це значно скорочує час розробки та зменшує кількість помилок. 3D-друк – адитивне виробництво, хоч і не є основним методом для масового випуску пластикових ляльок через швидкість та вартість матеріалів, став незамінним інструментом на етапі прототипування та створення майстер-моделей для ливарних форм. Він дозволяє дизайнерам швидко тестувати нові елементи конструкції, обличчя та аксесуари з неперевершеною точністю. Крім того, 3D-друк знаходить нішеве застосування у виробництві колекційних та кастомізованих ляльок, де потрібна висока деталізація та персоналізація.

Таким чином, технологічний розвиток – від ручного різьблення до прецизійного інжекційного лиття та цифрової інтерактивності – не просто вплинув на іграшковий дизайн, а й докорінно змінив його, перетворивши ляльку з рідкісного виробу на масовий, складний та інтерактивний продукт, що постійно адаптується до вимог нового цифрового світу.

## Висновки з першого розділу

Історичний розвиток іграшок, зосереджений на еволюції ляльок, демонструє безперервний рух від сакрального символу до високотехнологічної інтерактивної моделі, що відображає основні етапи культурної, соціальної та технологічної історії людства. Лялька, розпочавши свій шлях як примітивний культовий або обрядовий об'єкт (палеолітичні «венери», єгипетські «дощечкові ляльки»), швидко набула ігрового статусу в Античності, де завдяки грецьким «невроспастос» (лялькам із рухомими з'єднаннями) вперше з'явилася ідея шарнірної конструкції та динаміки.

Еволюційний стрибок стався у XVIII–XIX століттях із початком Промислової революції, яка трансформувала кустарну майстерність у мануфактурне масове виробництво. Впровадження технологій лиття (пап'є-маше, віск, а пізніше порцеляна, зокрема бісквітна) та стандартизація процесів зробили ляльку доступною, а винахід механізмів забезпечив їй такі функції, як «говоріння» та «ходіння».

Ключовий технологічний перелом настав у XX столітті з появою синтетичних полімерів (целулоїд, вініл, пластмаси) і технологій інжекційного лиття, що забезпечило безпрецедентну масовість, довговічність і гнучкість дизайну. Сучасний етап розвитку характеризується інтеграцією цифрових технологій: від мікроелектроніки для створення інтерактивних іграшок з функціями розпізнавання голосу та підключення до інтернету, до застосування САПР та 3D-друку у проектуванні. Зокрема, 3D-друк став каталізатором для відродження та гіперреалізації шарнірних ляльок (BJD), дозволяючи створювати складні, високорухливі конструкції, що стирають межу між іграшкою, реалістичною скульптурою та об'єктом мистецтва та кастомізації.

Таким чином, історія іграшок – це історія послідовного технологічного вдосконалення, що постійно прагнуло надати антропоморфній фігурі максимальну реалістичність і динаміку, перетворивши її з пасивного оберега на складний, інтерактивний та інженерно-досконалий культурний артефакт.

## РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ ЛЯЛЬОК У 3D ДЛЯ ІГРАШКОВОГО ДИЗАЙНУ

### 2.1. Процес створення об'ємних моделей персонажів у програмному забезпеченні

Сучасний процес розробки іграшкового дизайну, зокрема створення складних шарнірних ляльок (BJD – Ball-Jointed Dolls) та колекційних фігурок, зазнав кардинальних змін завдяки інтеграції передових цифрових технологій 3D-моделювання. Якщо раніше майстер-модель створювалася виключно вручну з матеріалів, що тверднуть: полімерна глина, віск, порцеляна, то сьогодні первинне формотворення відбувається у віртуальному середовищі, що дозволяє досягти безпрецедентної точності, симетрії та варіативності. Процес створення об'ємної моделі персонажа є комплексним і багатоетапним алгоритмом, який зазвичай передбачає використання не однієї програми, а цілого конвеєра спеціалізованого софту, де кожен інструмент виконує свою унікальну функцію. Найбільш поширеною та ефективною комбінацією у професійному середовищі є поєднання ZBrush, Blender та Marvelous Designer. Кожен із цих програмних пакетів має свою специфіку, яка визначає його роль на тому чи іншому етапі народження цифрової ляльки.

Початковий етап створення будь-якої ляльки, будь то ігрова чи колекційна, починається з цифрового скульптингу, де безперечним лідером є програма ZBrush від компанії Maxon. Ця програма імітує процес традиційного ліплення з глини, дозволяючи художнику працювати з органічними формами, не замислюючись на ранніх етапах про технічну структуру полігональної сітки. Саме в ZBrush закладається художній образ ляльки: її анатомічні пропорції, характерні риси обличчя, пластика тіла та мікрорельєф поверхні. Для майстра шарнірної ляльки критично важливою є можливість роботи з інструментом симетрії, який автоматично дзеркалить всі маніпуляції з одного боку моделі на інший, заощаджуючи час та забезпечуючи ідеальну анатомічну відповідність, чого вкрай важко досягти при ручному ліпленні. Використовуючи динамічну теселяцію, дизайнер починає з простих геометричних примітивів: сфер або

циліндрів, поступово нарощуючи об'єм м'язів, формуючи грудну клітку, таз та кінцівки (див. Додаток В, іл. 2.1). На цьому етапі модель зазвичай є статичною фігурою в нейтральній позі (А-поза або Т-поза), що є необхідною умовою для подальшого коректного розрізання на деталі. ZBrush дозволяє працювати з моделями, що складаються з мільйонів полігонів, що відкриває можливість деталізувати такі дрібні елементи, як складки на повіках, текстуру губ, нігтьові пластини і навіть пори шкіри, які будуть помітні при високоякісному друці фотополімером. Крім того, інструментарій кистей (brushes), таких як ClayBuildup, DamStandard та Move, дає змогу інтуїтивно шукати форму, експериментувати з віком та етнічною приналежністю персонажа, швидко вносячи правки, які в традиційному матеріалі вимагали б зрізання або повного перероблення деталі.

Коли базова анатомічна форма готова, виникає потреба в розробці одягу та текстильних елементів. Тут у процес включається програма Marvelous Designer або її аналог CLO3D, яка спеціалізується на симуляції тканини на основі фізичних властивостей матеріалів. Традиційне скульптування складок одягу в ZBrush вимагає величезного досвіду і часу, щоб виглядати переконливо, тоді як Marvelous Designer використовує підхід «віртуального шиття». Дизайнер створює викрійки, ідентичні реальним швейним патернам, зшиває їх у віртуальному середовищі і «одягає» на аватар (див. Додаток В, іл. 2.2). Програма симулює дію гравітації, тертя та пружності тканини, автоматично утворюючи природні драпірування, заломы та складки, які відповідають позі персонажа. Це дозволяє створювати складні багат шарові костюми – від пишних суконь епохи рококо до сучасного вуличного одягу – з фотореалістичною достовірністю. Для іграшкового дизайну це важливо з двох причин: по-перше, це дозволяє візуалізувати фінальний образ ляльки ще до виробництва; по-друге, отримана геометрія одягу може бути експортована назад у ZBrush або Blender для надання їй товщини (функція solidify) та перетворення на твердий елемент пластикової фігурки, якщо одяг передбачається як частина молду, а не зшитий з тканини виріб.

Після затвердження художнього образу та аксесуарів настає етап інженерного проектування, де модель перетворюється з «цифрової статуї» на функціональний механізм. Для цих цілей найчастіше використовується Blender – потужний пакет з відкритим кодом, який поєднує можливості полігонального моделювання, скульптингу та анімації. Хоча розрізання ляльки на частини можна виконати і в ZBrush (за допомогою інструментів LiveBoolean), Blender часто надає більш точний контроль над геометрією та розмірами, що є критичним для шарнірних з'єднань. Процес створення BJD вимагає розділення єдиного мешу тіла на окремі функціональні вузли: голову, шию, торс, плечі, передпліччя, кисті, стегна, гомілки та стопи. У Blender зручно використовувати булеві операції (Boolean modifiers) для вирізання ідеально сферичних заглиблень (шарніроприймачів) та створення відповідних їм кульових шарнірів. Важливим аспектом тут є контроль топології сітки. Якщо ZBrush генерує щільну, хаотичну сітку, то Blender дозволяє оптимізувати її або створити нову, більш «чисту» геометрію, що полегшує подальшу обробку.

Особлива увага в Blender або ZBrush приділяється проектуванню внутрішньої архітектури ляльки. Шарнірна лялька тримається купи завдяки еластичному шнуру (гумці), що проходить крізь усе тіло. Тому всередині кожної деталі необхідно змодельовати наскрізні канали (див. Додаток Г, іл. 2.3). У Blender це реалізується шляхом створення «негативних» форм (трубок, циліндрів), які віднімаються від основного об'єму деталі. Також необхідно передбачити перетинки та гачки для фіксації гумки в голові, кистях та стопах. Програмне забезпечення дозволяє точно виставити діаметри цих каналів, враховуючи усадку матеріалу при друці. Ще одним надважливим елементом є створення стопорів у суглобах. Для того, щоб лялька могла фіксувати позу, у ліктьових та колінних шарнірах моделюються спеціальні виїмки та виступи, що обмежують радіус руху. У середовищі 3D-моделювання можна перевірити кінематику руху ще до друку: налаштувавши найпростіший риг або просто обертаючи окремі об'єкти, дизайнер бачить, чи не перетинається геометрія

деталей, чи достатній кут згину в лікті і чи естетично виглядає перехід між частинами тіла в зігнутому стані.

Часто робочий процес є нелінійним. Після технічного розрізання та створення шарнірів у Blender, деталі можуть бути знову завантажені в ZBrush для фінального полірування. Справа в тому, що механічні зрізи можуть виглядати занадто гострими та штучними. У ZBrush майстер згладжує краї шарніроприймачів, додає анатомічні нюанси навколо суглобів, щоб механічна конструкція гармонійно вписувалася в живий образ. Також на цьому етапі перевіряється товщина стінок. Для економії матеріалу при 3D-друці деталі роблять порожнистими, але стінка має бути достатньо товстою, щоб витримати натяг гумки і фізичні навантаження. Інструменти маскування та екстракції в обох програмах дозволяють задати рівномірну товщину стінок моделі.

Варто також згадати про специфіку підготовки до друку, яка часто відбувається на стику цих програм. Моделі для 3D-друку мають бути герметичними, тобто не мати дірок у полігональній сітці, вивернутих нормалей або самоперетинів геометрії. Blender має вбудовані інструменти аналізу (3D Print Toolbox), які автоматично перевіряють модель на наявність таких помилок і допомагають їх виправити. ZBrush, у свою чергу, пропонує потужний плагін Decimation Master, який дозволяє зменшити кількість полігонів у моделі без видимої втрати деталізації. Це необхідно, оскільки програми для підготовки файлів для 3D-принтера часто не можуть обробити надважкі файли.

Таким чином, сучасний процес створення ляльки – це синергія художнього бачення та інженерного розрахунку, реалізована через програмний інструментарій. ZBrush виступає як «цифрова глина» для пошуку форми та емоційного наповнення персонажа, Marvelous Designer забезпечує реалістичне текстильне оформлення, а Blender слугує інженерною платформою для перетворення художнього ескізу на працездатний, кінематично вивіреним механізм. Така комбінація дозволяє дизайнерам створювати іграшки нового покоління – з високою естетичною цінністю, складною механікою та можливістю безкінечної кастомізації, мінімізуючи при цьому виробничі ризики

ще на етапі віртуального прототипування. Варіативність інструментарію дає змогу вирішувати специфічні завдання: від створення подвійних та потрійних шарнірів для максимальної гнучкості до моделювання змінних лицьових панелей, що кріпляться на магнітах, для чого в цифровому середовищі заздалегідь передбачаються відповідні посадочні місця. Вся ця технологічна ланцюгова реакція зрештою призводить до появи фізичного об'єкта, який поєднує в собі тепло ручної роботи та холодну точність машинної обробки.

## **2.2. Використання технологій адитивного виробництва для виготовлення іграшок**

Впровадження технологій адитивного виробництва, більш відомих як 3D-друк, стало каталізатором фундаментальних змін у парадигмі виготовлення іграшок, трансформувавши цей процес від лінійного конвеєрного виробництва до гнучкої моделі, орієнтованої на кастомізацію та швидке прототипування. Якщо традиційні методи, такі як лиття під тиском або ротаційне формування, вимагають створення дорогих металевих прес-форм і економічно виправдані лише при мільйонних тиражах, то адитивні технології дозволяють матеріалізувати цифрову модель безпосередньо, шар за шаром, що робить рентабельним створення навіть одиничних екземплярів або малих партій унікальних іграшок. У сучасному іграшковому дизайні 3D-друк використовується у двох основних напрямках: як засіб для створення майстер-моделей для подальшого зняття форм та як метод безпосереднього виробництва готового продукту. Вибір конкретної технології друку та відповідного матеріалу диктується функціональним призначенням іграшки, вимогами до її міцності, деталізації та тактильних властивостей, причому спектр доступних рішень варіюється від твердих термопластів до фотополімерних смол та еластичних гумоподібних матеріалів.

Найпоширенішою технологією, що знайшла широке застосування як у любительському, так і у професійному виготовленні іграшок, є моделювання

методом пошарового наплавлення (FDM – Fused Deposition Modeling). Суть процесу полягає в екструзії розплавленої полімерної нитки (філаменту) через сопло, яке рухається по заданій траєкторії. FDM-друк ідеально підходить для створення великогабаритних іграшок, конструкторів, елементів декору для лялькових будинків або каркасних основ, де критичною є механічна міцність, а не мікроскопічна деталізація. Основним матеріалом тут виступає полілактид (PLA) – біорозкладний термопластик, що виготовляється з кукурудзяного крохмалю або цукрової тростини. Його популярність в ігровій індустрії зумовлена екологічністю, відсутністю токсичних випарів при друці та безпечністю для дітей. Вироби з PLA є твердими, жорсткими, добре тримають форму, проте мають низьку температуру розм'якшення (близько 60°C) і можуть бути крихкими при ударних навантаженнях (див. Додаток Г, іл. 2.4).

Для іграшок, що піддаються активній експлуатації, наприклад, вуличних машинок або шарнірних елементів, частіше використовують ABS-пластик (акрилонітрилбутадієнстирол) або PETG (поліетилентерефталат-гліколь). ABS (див. Додаток Д, іл. 2.5), з якого, до речі, виготовляють класичні кубики LEGO, відзначається високою ударостійкістю та довговічністю, а також піддається хімічній обробці парами ацетону, що дозволяє згладити характерну для 3D-друку шаруватість поверхні, надаючи виробу глянцевого, "литого" вигляду. Однак головним недоліком FDM-технології залишається анізотропія властивостей: виріб значно міцніший вздовж шарів, ніж на розрив між ними, а також видима текстура «сходинок» на похилих поверхнях, що вимагає значної пост-обробки – шліфування та ґрунтування – для досягнення товарного вигляду, прийняттого для лялькової індустрії.

Зовсім іншу нішу займає технологія фотополімеризації у ванні: SLA – Stereolithography (див. Додаток Д, іл. 2.6), DLP – Digital Light Processing, та MSLA. Цей метод базується на вибіркового твердінні рідкої фотополімерної смоли під дією ультрафіолетового випромінювання. Саме ця технологія стала стандартом де-факто для створення шарнірних ляльок (BJD), колекційних мініатюр та високодеталізованих фігурок, де точність вимірюється мікронами.

Смоли дозволяють відтворити текстуру шкіри, найтонші пасма волосся та мереживо одягу з якістю, що часто перевищує можливості традиційного лиття. Поверхня роздрукованої моделі виходить гладкою та однорідною, що мінімізує потребу в механічній обробці. У цьому сегменті ключовим є правильний вибір типу фотополімеру. Стандартні смоли часто є занадто крихкими для функціональних іграшок; падіння такої ляльки може призвести до розколювання тонких деталей, таких як пальці чи вуха. Тому сучасні виробники все частіше використовують так звані «інженерні» або «ABS-like» смоли, які мають підвищену в'язкість і стійкість до ударів. Змішуючи стандартну смолу з добавками для гнучкості, майстри досягають балансу між жорсткістю, необхідною для утримання пози лялькою, та пружністю, що запобігає поломкам при грі. Особливої уваги заслуговують біосумісні смоли, які використовуються в стоматології, але поступово переходять в індустрію дитячих товарів, гарантуючи відсутність алергічних реакцій при контакті зі шкірою, хоча їх вартість залишається високою.

Особливий інтерес для іграшкового дизайну становить група еластичних матеріалів, що дозволяють імітувати гуму, силікон або м'які тканини. В FDM-друці це термопластичні еластомери (TPU, TPE). З них друкують шини для іграшкового транспорту, гусениці, гнучкі елементи роботів, а також взуття та елементи одягу для ляльок. TPU відрізняється високою зносостійкістю та стійкістю до стирання, що робить його ідеальним для "підшов" або суглобових вкладишів, які покращують тертя в шарнірах ляльок, дозволяючи їм краще фіксувати пози. Втім, друк еластичними філаментами є технічно складним через можливість застрягання нитки в екструдері (див. Додаток Е, іл. 2.7). У фотополімерному друці (SLA) існують гнучкі смоли, які після полімеризації зберігають здатність до стиснення та розтягування. Це відкриває можливості для створення «м'яких» ляльок або окремих частин тіла, які на дотик нагадують вініл або щільну гуму, забезпечуючи більш реалістичний тактильний досвід взаємодії. Однак слід зазначити, що фотополімерні гуми з часом можуть

втрачати еластичність під дією залишкового ультрафіолету, стаючи крихкими, що є технологічним викликом для довговічності таких іграшок.

Технологія селективного лазерного спікання (SLS), яка використовує порошковий поліамід (нейлон), хоч і є менш доступною через вартість обладнання, пропонує унікальні можливості для створення складних кінематичних іграшок. Головною перевагою SLS є відсутність необхідності в підтримках під час друку, оскільки незапечений порошок сам підтримує модель. Це дозволяє друкувати іграшки в зборі – з рухомими механізмами, шестернями, ланцюгами або шарнірами, які вже з'єднані між собою і починають працювати одразу після виймання з камери принтера та очищення від порошку. Поверхня таких виробів має характерну шорстку, «цукрову» фактуру, але сам матеріал нейлон є надзвичайно міцним, гнучким і термостійким, що робить його ідеальним для навантажених вузлів.

Важливим аспектом адитивного виробництва іграшок є пост-обробка, яка суттєво різниться залежно від матеріалу. Для фотополімерних виробів це обов'язкове промивання в ізопропіловому спирті для видалення залишків рідкої смоли та фінальна дозасвітка в УФ-камері для набору остаточної міцності. Недостатня полімеризація може призвести до того, що іграшка залишатиметься липкою і токсичною, виділяючи шкідливі речовини, що є неприпустимим. Також специфіка 3D-друку передбачає наявність підтримок, на яких вирощуються нависаючі елементи. Їх видалення часто залишає сліди, які необхідно ретельно шліфувати. У випадку зі складними шарнірними ляльками, майстер також проводить проклеювання шарніроприймачів гарячим клеєм або замшею для забезпечення плавності ходу, оскільки надто гладка поверхня фотополімеру або PLA може бути слизькою, і лялька не триматиме позу.

Отже, адитивні технології пропонують широкий спектр матеріальних рішень для іграшкової індустрії, кожне з яких має свої переваги та обмеження. Пластик (PLA, ABS) забезпечує міцність і економічність для ігрових об'єктів. Фотополімерні смоли надають неперевершену естетику та деталізацію для колекційних ляльок. Еластичні матеріали розширюють функціональність і

тактильні характеристики. Сучасний дизайнер іграшок повинен володіти глибоким розумінням фізико-хімічних властивостей цих матеріалів, щоб, комбінуючи їх, створювати продукти, які є не лише візуально привабливими, але й безпечними, довговічними та приємними у грі. Цей технологічний синтез стирає межу між промисловим виробництвом та ремісництвом, дозволяючи створювати іграшки з рівнем складності, недосяжним для методів минулого.

### **2.3. Особливості дизайну шарнірних BJD фігурок**

Аналіз існуючих аналогів шарнірних ляльок є критично важливим етапом передпроектних досліджень, що дозволяє визначити сучасні тенденції ринку та сформулювати чіткі техніко-естетичні вимоги до розроблюваного виробу. Було розглянуто широкий спектр конструктивних рішень, матеріалів та технологій виготовлення, які застосовуються провідними виробниками в індустрії ігрової та колекційної ляльки, з особливим акцентом на кінематичні можливості шарнірних з'єднань, стійкість до зношування та загальну ергономіку моделей. Детальне вивчення переваг і недоліків відібраних зразків забезпечує необхідне підґрунтя для пошуку оптимального балансу між функціональністю, художньою виразністю та технологічністю виробництва, а також допомагає виявити потенційні можливості для вдосконалення механіки рухів задля створення конкурентоспроможного та унікального продукту.

Аналіз особливостей дизайну шарнірних ляльок (BJD) варто розпочинати з оцінки загальної естетичної концепції та стилізації, визначаючи, наскільки гармонійно пропорції тіла та скульпт голови відповідають обраному масштабу та художньому задуму, будь то гіперреалізм, аніме-стилістика чи фентезійні антропоморфні форми. Юрій Ковалів вважає, що термін "реалізм" як мистецьке поняття утвердився лише в середині XIX століття [17, 52]. Ключовим аспектом дослідження є якість скульптурної проробки анатомії, де особлива увага приділяється не лише точності передачі м'язів, але й інтеграції шарніроприймачів, адже професійний дизайн передбачає збереження цілісності

силуету навіть при максимальному згинанні кінцівок без утворення непривабливих зазорів чи гострих кутів. Наступним критичним етапом є вивчення інженерної механіки, що включає аналіз типу шарнірних з'єднань (одинарні, подвійні, шарніри з прихованими вставками) та діапазону їхньої рухливості, що безпосередньо впливає на здатність фігурки приймати та, що важливіше, самостійно утримувати складні, природні пози. Окремо слід оцінювати систему натягу та балансування, перевіряючи, наскільки рівномірно розподілене навантаження еластичного шнура та чи забезпечена достатня тертя в суглобах для фіксації положення. Завершувати огляд доцільно оцінкою властивостей матеріалу, аналізуючи тактильні відчуття, вагу поліуретану чи фотополімеру, якість шліфування швів та загальний потенціал для кастомізації, зокрема зручність доступу до внутрішніх механізмів та сумісність із стандартними аксесуарами.

Дизайн BJD фігурки, що виходить за межі простої механіки, є в першу чергу актом створення глибокого, концептуально насиченого образу. Основна ідея тут полягає у формуванні наративу: лялька має втілювати певну історію, архетип чи емоційний стан, який визначається через вираз обличчя, міміку, форму очей та загальний настрій скульпта. Естетика ляльки – це візуальна філософія, що охоплює не лише анатомічну достовірність, але й манеру стилізації: це може бути аристократична готика, наївний вінтаж, футуристичний кіберпанк або химерний дарк-фентезі. Важливим елементом є робота з пропорціями та лініями, які створюють загальне враження – наприклад, подовжені кінцівки та вузькі талії для ефірної неземності або м'які, округлі форми для дитячої чарівності. Аналізуючи образ, необхідно оцінити, як саме авторська манера взаємодіє з потенціалом кастомізації, адже успішний дизайн є чистим полотном, що дозволяє колекціонеру втілювати власну інтерпретацію через вибір кольору та одягу, зберігаючи при цьому упізнаваність оригінальної ідеї. Таким чином, справжня цінність дизайну полягає в здатності транслювати художній задум і викликати емоційний відгук

у глядача, перетворюючи полімерну фігуру на втілення концепції. Тому, перед виконанням власної дизайн-розробки був проведений аналіз аналогів.

Шарнірна лялька Dream Valley Olivia має цілісний фентезійний образ (див. Додаток Е, іл. 2.8), побудований на поєднанні антропоморфних рис та настрою тихої крихкості, що послідовно зчитується в м'якій міміці, пластиці тіла й загальному силуеті. Образ емоційно врівноважений: вираз обличчя стриманий і дещо замріяний, що гармонійно підтримує казковий наратив персонажа. Стилiстично лялька належить до фентезійної напрямленості з виразною художньою стилізацією, де анатомія свідомо спрощена й пом'якшена задля естетичної цілісності та лялькової витонченості. Скульптура обличчя виконана делікатно, з добре продуманими пропорціями та акуратною деталізацією ключових елементів, що забезпечує високий потенціал для різноманітного фейсапу без втрати характеру моулду. Пропорції тіла видовжені й гармонійні в межах обраного масштабу, а силует зберігає естетичну виразність як у спокійній, так і в динамічній позі. Дизайн моулду демонструє впізнаваний авторський почерк Dream Valley, зокрема у трактуванні форм та інтеграції антропоморфних деталей, що надає ляльці індивідуальності серед аналогічних моделей. Конструкція тіла добре пристосована до кастомізації: базовий образ легко трансформується через зміну аксесуарів, перук та одягу, залишаючись стилістично цілісним. Шарнірна система забезпечує достатній діапазон рухів і природний позінг без помітного порушення силуету, а натяг еластичного шнура сприяє стабільності та здатності утримувати пози. Матеріал корпусу справляє враження якісно обробленого, з рівною поверхнею та мінімальними технічними слідами, а технологічна доступність конструкції робить ляльку зручною для обслуговування та сумісною зі стандартними BJD-аксесуарами.

Шарнірна лялька в стилі кіберпанк (див. Додаток Ж, іл. 2.9) формує цілісний образ техно-фентезійного персонажа з виразним наративом, у якому поєднуються мотиви кіборгізації та демонічної символіки, що зчитуються через механічні крила, роги та зброю. Емоційний стан переданий стриманою, впевненою мімікою, яка узгоджується з бойовим характером образу. Обличчя

має чітко сформовані риси з хорошим потенціалом для фейсапу, не втрачаючи читабельності навіть у насиченому дизайні. Пропорції тіла витримані в межах динамічного, дещо гіперболізованого силуету, що підкреслює рух і бойову пластику фігури. Моулд вирізняється авторським підходом до інтеграції біомеханіки, де складні форми залишаються візуально цілісними та впізнаваними. Конструкція демонструє високий потенціал кастомізації, оскільки базове тіло може функціонувати як окремо, так і в різних конфігураціях із навісними елементами. Шарнірна механіка забезпечує широкий діапазон рухів і стабільне позування, а система балансу з опорою дозволяє утримувати складні асиметричні пози. Матеріали та обробка виглядають технологічно якісними, з акуратною інтеграцією з'єднань.

Наступна лялька формує цілісний фентезійний образ русалоподібного персонажа (див. Додаток Ж, іл. 2.10), де наратив зосереджений на поєднанні людської тілесності та водної істоти, що зчитується через хвіст, лускату фактуру й плавники. Естетика тяжіє до стилізованого реалізму з м'якою анатомічною інтерпретацією: верхня частина тіла збережена наближеною до людських пропорцій, тоді як хвіст свідомо узагальнений і ритмічно сегментований. Скульптура обличчя нейтральна й пластична, з акуратно опрацьованими базовими формами, що створює широкий потенціал для різних варіантів фейсапу. Силует ляльки плавний і добре збалансований у статичному стані, лінії хвоста підсилюють відчуття руху та водної пластики. Моулд вирізняється авторським підходом до трактування хвоста як конструктивно та візуально домінуючого елемента, що робить образ упізнаваним. Конструкція демонструє продуману інтеграцію шарнірів, які не руйнують цілісність форм, а сегментація хвоста забезпечує природні вигини. Механіка дозволяє приймати виразні пози, хоча баланс фігури орієнтований радше на експозиційне розміщення. Матеріал і чистота скульптурної поверхні свідчать про якісну підготовку до лиття та подальшої кастомізації, роблячи модель придатною як для художньої роботи, так і для колекційного показу.

Далі проаналізована лялька з чіткими біонічними елементами (див. Додаток И, іл. 2.11). Можна побачити чітку концепцію біонічного бійця з елементами котячої естетики, де вуха та стримана «морда» створюють холодний технічний настрій і підсилюють відчуття футуристичного персонажа. Стиль тяжіє до техно-фентезі й кіберпанку, з акцентом на механічній стилізації й мінімальній анатомічності, що робить силует різким, динамічним та виразним. Обличчя – «маска» без міміки сприймається як авторське рішення, що залишає простір для кастомного фейсапу або наклейок, а деталізація корпусу, сегментація і дрібні елементи панелей виглядають акуратно й професійно. Пропорції тіла спеціально стилізовані та витягнуті, з акцентом на ноги та бронекорпус, що формує характерну бойову постать. Унікальність проявляється в поєднанні звірячих рис із механічністю. Лялька має високий потенціал кастомізації: змінні частини броні, можливість додати різні варіанти очей/візорів чи аксесуарів легко дозволяють переосмислювати персонажа. Конструктивно густо сегментоване тіло з численними шарніроприймачами забезпечує плавність ліній під час руху, хоча механіка виглядає більше як фігуркова, ніж класична VJD-анатомія. Шарніри, судячи з будови, мають широкий діапазон руху, добре тримають бойові пози й дозволяють складний позінг завдяки комбінованим з'єднанням і додатковій опорі. Балансування стабільне, особливо з підставкою – вагові точки розподілені рівномірно, а матеріал виглядає міцним, зі шліфованими поверхнями й якісними фарбованими вставками. Лялька сумісна з вузькоспеціалізованими аксесуарами свого формату, а конструкція дозволяє без проблем обслуговувати внутрішні вузли при необхідності.

Фігурка робота від компанії DaiVadi (див. Додаток И, іл. 2.12). Ця лялька має яскраво виражену концепцію дружнього, енергійного роботизованого персонажа в аніме-естетиці, де колірні акценти та виразне обличчя створюють легкий, майже ігровий настрій. Стиль чітко тяжіє до футуристичного аніме з м'якою механічною стилізацією, де анатомічні форми спрощені, але гармонійні та збалансовані. Обличчя дуже виразне й універсальне для кастомного розпису,

з чіткими лініями очей і формою рота, що дозволяє створювати широкий спектр емоційних варіацій. Пропорції свідомо стилізовані: компактний торс, плавні лінії стегон і кінцівок формують грайливий, динамічний силует. Авторський почерк впізнається у поєднанні округлих механічних елементів та яскравих кольорів, що додає образу унікальності. Лялька має добрий потенціал кастомізації – знімні модулі, волосся, зброя та елементи броні легко адаптуються під нові образи. Конструктивно тіло має якісно інтегровані шарніри, які не псують силует навіть у складних згинах.

### **Висновки з другого розділу**

Розділ демонструє, як сучасний іграшковий дизайн перетворився на високотехнологічний процес, у якому художнє бачення поєднується з точними інженерними підходами. Створення ляльок у 3D починається з цифрового скульптингу, що дозволяє сформувати продуману анатомію, виразність і характер моделі, після чого образ доповнюється реалістичним одягом, створеним на основі фізично коректних симуляцій. Далі відбувається технічне проектування шарнірів, внутрішніх каналів та конструктивних елементів, завдяки чому цифровий персонаж отримує функціональність і можливість руху. Другий напрям розділу висвітлює роль 3D-друку як основного виробничого інструменту: адитивні технології дають змогу створювати як майстер-моделі, так і готові вироби без необхідності дорогих форм, відкриваючи шлях до гнучкого, кастомізованого та малотиражного виробництва. Використання різних матеріалів – від PLA та ABS до фотополімерних смол, еластомерів і нейлонового порошку – дозволяє точно підібрати характеристики під конкретні завдання: деталізацію, міцність, гнучкість чи текстуру поверхні. У результаті цифрове моделювання та адитивні технології формують цілісну систему, яка значно скорочує виробничі ризики, підвищує якість і розширює творчі можливості дизайнерів, забезпечуючи появу інноваційних ляльок і фігурок нового покоління.

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПЕРСОНАЖІВ У 3D ДЛЯ ІГРАШКОВОГО ДИЗАЙНУ

### 3.1. Розробка концепції 3D моделей персонажів

Концептуальна розробка 3D моделей персонажів є центральною точкою, навколо якої будуватиметься вся візуальна та нарративна складова. Головна ідея полягає у створенні унікального художнього синтезу, що поєднує високотехнологічну естетику кіберпанку з органічною та символічною вагою біонічних елементів тварин, занесених до Червоної книги України. Це поєднання не просто естетичний прийом, а глибоко осмислена метафора: роботи-захисники, чий зовнішній вигляд і функціональність натхненні зникаючими видами, стають символом боротьби за збереження природи в умовах технологічного домінування. Стиль кіберпанку, з його темними, контрастними тонами, неоновими акцентами та очевидною інтеграцією механіки, забезпечує ідеальний фон для демонстрації цих біонічних сутностей. Кожен персонаж уособлює певний вид, чії ключові анатомічні особливості: гострі кігті, потужні роги, широкі крила, маскувальне хутро переосмислюються у вигляді високофункціональних кібернетичних імплантів, броні та зброї.

Розробка концепції вимагає уважного підходу до двох ключових аспектів: художнього дизайну та символічного обґрунтування. З художньої точки зору, необхідно знайти баланс між автентичністю тваринного прототипу та футуристичною стилізацією. Біонічні елементи не повинні виглядати як просте прикріплення частин тварин, а як органічна, високоінтегрована частина роботи. Кольорова палітра повинна тяжіти до глибоких металіків, чорного матового покриття, розбитих яскравими, часто червоними або синіми неоновими акцентами, що підкреслюють енергетичні лінії та вразливі місця. Такі роботи функціонують у постапокаліптичному або високоіндустріалізованому світі, де довкілля перебуває під загрозою, і їхня місія – не лише фізичний захист, але й нагадування про втрачену або витіснену природу. Таким чином, концепція 3D моделей виходить за рамки звичайного дизайну, перетворюючись на потужний

візуальний коментар про взаємодію технології та екології, роблячи цих кібернетичних захисників не просто персонажами, а символами екологічної свідомості у кіберпанківському майбутньому. Автор книги про кіберпанк Александра Мотика стверджує, що цей жанр зазвичай описує суспільство, у якому технології розвинені, але соціальні проблеми залишаються невирішеними [15, 87].

Для практичної реалізації модельного ряду було відібрано два знакові представники Червоної книги України, які дозволяють продемонструвати полярні підходи до біонічного дизайну: вухань австрійський (див. Додаток К, іл. 3.1) та тюлень-монах (див. Додаток К, іл. 3.2). Вибір вуханя австрійського обумовлений його унікальною ехолокаційною системою, що в контексті кіберпанку трансформується у концепт розвідника. На противагу йому, тюлень-монах – вид, що фактично зник з акваторії України. Обраний прототип тюленя-монаха дозволяє створити не просто оригінальний візуальний образ, але й наділити персонажа чіткою місією. У контексті кіберпанківського світу, де екологічна катастрофа часто торкається світового океану, цей робот-захисник ідеально підходить для ролі охоронця підводної фауни. Він вдало символізує боротьбу за відновлення та збереження найменш доступного, але критично важливого середовища.

### **3.2. Поєднання кіберпанк елементів з природними образами**

Втілення концепції роботів-захисників вимагає ретельного підходу до гармонійного поєднання двох контрастних естетик: похмурого, технологічного світу кіберпанку та органічної, часто тендітної краси природних образів з Червоної книги. У книзі про розвиток жанру кіберпанку зазначається: «Кіберпанк змальовує антиутопічний світ, у якому технологічний прогрес не привів до загального процвітання, а лише посилив соціальну нерівність» [19, 87]. Ключове завдання цього етапу – не допустити, щоб високотехнологічні елементи повністю поглинули біологічні прототипи, або, навпаки, щоб

тваринні форми виглядали як недоречні додатки на роботі. Необхідно створити новий, цілісний художній об'єкт, де біоніка не просто маскує механіку, а стає її інтегрованою та функціональною частиною.

Метою було збереження візуальної впізнаваності як стилю кіберпанку через використання відкритих проводів, гідравліки, металевої броні та неонові підсвітки, так і анатомічних ознак обраних тварин: силуету, форми кінцівок, характерних рис. Це досягається за допомогою «кібернетичної інтерпретації». Такий підхід забезпечує, що при першому погляді глядач одразу ідентифікує як футуристичну, кібернетичну сутність, так і базовий біологічний прототип, підкреслюючи центральну ідею проекту – технологічний захист природи. Це поєднання створює потужний візуальний наратив, де форма несе функцію, а функція відображає природу.

Тому, було розроблено тривимірну модель антропоморфної шарнірної ляльки, візуальна концепція якої базується на стилістичному синтезі кіберпанку та біонічних особливостей австрійського вуханя (див. Додаток Л, іл. 3.3). При проектуванні голови було відмовлено від традиційних лицевих рис на користь суцільного кібернетичного шолома сферичної форми, у нижній частині якого було інтегровано механізований щелепний модуль із зубчастою структурою, що імітує пащу хижака, а у верхній – змонтовано гіпертрофовані акустичні локатори, які конструктивно відтворюють анатомію вушних раковин кажана. Кінематичну схему моделі було реалізовано за допомогою системи відкритих кульових шарнірних з'єднань у вузлових точках кінцівок і торсу, що забезпечує широкий діапазон рухомості та підкреслює штучне походження об'єкта. Корпус персонажа було оснащено елементами сегментованого екзоскелета, зокрема захисними пластинами на грудній клітці та стегнах, а також конструктивними посиленнями в області гомілок. Для завершення аеродинамічного образу на спинній частині було закріплено жорсткі стилізовані крила-стабілізатори, а масивне взуття було доповнено декоративними елементами, що повторюють форму крил кажана, створюючи цілісний техніко-біологічний дизайн.

Наступною розробкою стала лялька «Тюлень монах» (див. Додаток Л, іл. 3.4). Головний модуль персонажа було спроектовано у вигляді гладкого сферичного шолома, позбавленого візуальних органів зору, з інтегрованою у нижній частині лицьовою маскою, що імітує форму морди тюленя та оснащена стилізованими жорсткими вібрисами, які виконують функцію сенсорів. Верхню частину тулуба було реалізовано в антропоморфній формі з використанням відкритих шарнірних з'єднань кінцівок, при цьому торс захищено елементами сегментованої броні та доповнено моделюванням укороченого тактичного жилета з високим коміром. На поясній частині було розміщено систему розвантаження з навісними підсумками, що додає об'єкту утилітарності. Нижню частину тіла було трансформовано у масивний гнучкий хвіст, поверхню якого було текстуровано рядами лускатих пластин, що відтворюють структуру техногенного покриву, а завершується конструкція широким хвостовим плавцем, форма якого була запозичена з анатомії тюленя для підкреслення водної спеціалізації розробленого кіборга.

На фінальній стадії розробки візуального образу проєкту було реалізовано комплексне текстурування та колористичне оформлення моделі, що дозволило завершити формування ідентичності персонажа як біомеханічної ляльки, створеної на основі морфології вуханя австрійського в стилістиці кіберпанк (див. Додаток М, іл. 3.5). Кольорова гама об'єкта побудована на виразному контрасті, де базовий стерильний білий колір імітує високотехнологічні керамічні або композитні панелі екзоскелета, а глибокий чорний відтворює текстуру еластичних матеріалів крил та корпусу, візуально посиляючись на природне забарвлення кажанів. Для підкреслення агресивної футуристичної естетики до палітри введено насичені акцентні кольори: яскраво-червоний, що виділяє зону стилізованої пащі та шарнірні з'єднання та електричний фіолетовий на захисних пластинах ніг, що додає образу синтетичності. Для цілісного сприйняття моделі в сцену було інтегровано фоновий простір, який представляє собою атмосферний урбаністичний пейзаж нічного мегаполіса. Фон насичений вертикальними архітектурними об'ємами, хмарочосами та

щільною забудовою, оповитою неоновим серпанком у рожево-фіолетовому спектрі, що не лише створює необхідну глибину сцени, але й гармонійно поєднується з колірним рішенням самої ляльки, поміщаючи її у відповідний технологічний контекст.

Також була проведена детальна робота над колористичним вирішенням та візуальною інтеграцією 3D-моделі ляльки тюленя (див. Додаток М, іл. 3.6). Персонаж, спроектований як біомеханічна русалка з елементами, що відтворюють обриси тюленя-монаха, отримав палітру, яка відображає його приналежність до підводного світу. Основу моделі складає стриманий білий колір, який використано для імітації високотехнологічної полімерної обшивки верхньої частини тулуба та хвостового плавця, створюючи образ сучасного дослідницького апарату або кіборга. Хвостова частина має м'які, приглушені блакитно-сірі відтінки, що підкреслюють її гнучкість та створюють оптичну ілюзію глибини та вологості. Функціональні деталі, такі як бронежилет виконаний у контрастному темно-синьому кольорі, що нагадує уніформу підводних рятувальників або дослідників. Для посилення візуального сприйняття сцени було розроблено й інтегровано відповідний задній план. Фон являє собою ілюзію глибоководного середовища з насиченим синім спектром, де проміння світла утворює ефект каустики, а на передньому та середньому планах розміщені деталізовані коралові рифи та елементи морської фауни. Це рішення забезпечує повну контекстуалізацію персонажа, підкреслюючи його функціональне призначення та художню ідею.

### **3.3. Створення дизайн-проєкту моделей**

Практичну реалізацію розробленого дизайн-проєкту шарнірної ляльки було розпочато з етапу переддрукарської підготовки цифрових тривимірних моделей. Для забезпечення сумісності з обладнанням було виконано конвертацію файлів у формат STL, після чого їх було імпортовано у спеціалізоване програмне забезпечення – слайсер. На цьому етапі було

проведено детальний аналіз геометрії кожної деталі для визначення оптимальної орієнтації в просторі друку. Розміщення об'єктів на віртуальній платформі було здійснено таким чином, щоб мінімізувати кількість підтримуючих структур на лицьових поверхнях та в зонах складної деталізації, зокрема на обличчі та кистях рук.

Особливу увагу було приділено налаштуванню параметрів друку. Враховуючи конструктивні особливості шарнірної ляльки, яка потребує підвищеної міцності в місцях тертя суглобів, було обрано технологію пошарового наплавлення (FDM). В якості основного матеріалу для виготовлення фізичної моделі було використано пластик PETG поліетилентерефталат-гліколь. Цей матеріал було обрано через його високі показники зносостійкості, ударостійкості та відсутність усадки, що є критично важливим для точного співпадиння шарнірних з'єднань. Для друку пластиком PETG було налаштовано температурний режим екструдера в межах 235–240 °С, а температуру платформи було встановлено на рівні 70–80 °С для забезпечення надійної адгезії першого шару та запобігання деформації деталей у процесі охолодження. Також було активовано та налаштовано параметри ретракції – втягування нитки, що дозволило мінімізувати утворення «павутиння» всередині порожнистих каналів моделі.

Після завершення циклу друку було розпочато етап первинної механічної обробки. Деталі було відокремлено від робочої платформи, після чого було виконано видалення підтримуючих структур. Враховуючи в'язкість пластику PETG, цю процедуру було проведено з використанням спеціалізованих кусачок та макетного ножа з особливою обережністю, щоб уникнути пошкодження основної геометрії виробу. Місця кріплення підтримок було зачищено.

Наступним кроком було реалізовано трудомісткий процес підготовки поверхні до фарбування. Оскільки технологія FDM залишає характерну шаруватість на поверхні виробу, було виконано багатоетапне шліфування. Обробку було розпочато абразивними матеріалами великої зернистості для вирівнювання основних площин та згладжування переходів між шарами.

Особливу увагу було приділено припасуванню шарнірних з'єднань: кулеприймачі та сферичні шарніри було відшліфовано до ідеального співпадіння, що було перевірено шляхом попередньої збірки окремих вузлів. Для досягнення гладкості поверхні було поступово збільшено зернистість.

Для створення основи під художній розпис було виконано ґрунтування всіх елементів ляльки. Було нанесено кілька тонких шарів акрилового ґрунту-спрею з проміжним просушуванням та шліфуванням дрібнозернистим абразивом. Цю операцію було спрямовано на остаточне приховування мікронерівностей та створення однорідної матової поверхні.

Художнє оформлення було виконано з використанням акрилових фарб та маркерів. Кожен етап розпису було закріплено шаром прозорого матового лаку, що захищає пігмент від стирання та вологи.

Завершальним етапом створення дизайн-проекту було виконано повну збірку ляльки в єдину кінематичну систему. Збірку було реалізовано за методом натягу еластичного шнура. Резинку було протягнуто через внутрішні канали всіх деталей, починаючи від голови, через торс до кінцівок, за допомогою спеціального гачка. Кінці шнура було зафіксовано гачками в кистях, стопах та голові. Силу натягу резинки було відрегульовано таким чином, щоб забезпечити надійну фіксацію пози ляльки та плавність ходу шарнірів, запобігаючи при цьому надмірному тертю деталей з пластику PETG. Було проведено фінальну перевірку стійкості та рухливості моделі, що підтвердило успішну реалізацію проекту.

### **Висновки з третього розділу**

У третьому розділі було комплексно реалізовано процес проектування та виготовлення авторських шарнірних ляльок, що базується на синтезі високотехнологічної естетики кіберпанку та природних форм рідкісних видів тварин, занесених до Червоної книги України. Ключовим досягненням цього етапу роботи стала розробка унікальної дизайн-концепції, яка виходить за межі

суто візуального експерименту і набуває глибокого змістовного навантаження: створення образів роботів-захисників як метафори боротьби за збереження біорізноманіття в умовах техногенного майбутнього. Для втілення цієї ідеї було обрано дві контрастні за своєю морфологією та середовищем існування істоти – вухань австрійський та тюлень-монах, що дозволило продемонструвати варіативність підходів до біонічного моделювання. Трансформація цих біологічних видів у кібернетичні сутності відбувалася шляхом гармонійної інтеграції механічних елементів – екзоскелетів, сенсорів, гідравлічних вузлів та броні – в анатомічну структуру тварин, зберігаючи при цьому їхні ключові впізнавані риси, такі як крила-локатори кажана чи хвостовий плавець тюленя.

Важливим етапом роботи стало візуальне вирішення та 3D-моделювання персонажів, де особливу увагу було приділено відмові від традиційної антропоморфної міміки на користь функціональних шоломів, що підкреслює штучне походження об'єктів. Колористична гама проєктів була побудована на виразних контрастах стерильних білих та матових чорних поверхонь із яскравими неоновими акцентами, що не лише відповідає стилістиці кіберпанку, але й слугує засобом візуальної комунікації, вказуючи на функціональне призначення та середовище існування кожного робота. Створення атмосферних фонових локацій – нічного мегаполіса та глибоководного рифу – дозволило завершити формування цілісних художніх образів.

Логічним завершенням проєкту стала його практична реалізація, яка підтвердила життєздатність розробленої конструкції. Використання технології FDM-друку та матеріалу PETG було обґрунтовано необхідністю забезпечення високої міцності та зносостійкості деталей, що є критичним для шарнірних ляльок (BJD). Технічний процес виготовлення, що включав складну попередню підготовку цифрових моделей, оптимізацію параметрів друку, а також трудомістку постобробку – шліфування шарнірних з'єднань, ґрунтування та художній розпис – дозволив досягти високої якості кінцевого виробу. Обрана схема збірки за допомогою еластичного шнура забезпечила моделям необхідну рухливість, стійкість поз та плавність роботи суглобів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Ця робота є комплексним науково-практичним дослідженням процесу створення авторських шарнірних ляльок засобами сучасних цифрових технологій. Установлено, що розробка концептуальних іграшок, які поєднують високу художню цінність, інженерну точність та соціальний підтекст, є актуальною проблемою сучасної теорії дизайну та методики професійної дизайнерської освіти. Становлячи складне, системне, комплексне утворення та враховуючи стрімкий розвиток адитивних технологій, зазначимо, що новітні методи 3D-моделювання збагачують інструментарій сучасного художника, сприяють розширенню можливостей формотворення та дозволяють реалізовувати проекти будь-якої складності від ескізу до фізичного об'єкта.

Науково-теоретичний пошук дозволив виділити та проаналізувати існуючі погляди вчених щодо еволюції іграшкового дизайну, розглянути їх як соціальну, художню, проектну, психологічну та культурологічну категорію чи проблему. Водночас, іграшка визначена як важливий чинник культурної діяльності, характерними ознаками якого є не лише розважальна функція, а й здатність транслювати соціальні смисли та формувати естетичні смаки.

З метою втілення авторської концепції проаналізовано наявні підходи (гносеологічний, психологічний, культурологічний, системний, комплексний) до створення шарнірних конструкцій (BJD), обґрунтовано технологічні умови, критерії та показники, необхідні для ефективного застосування FDM-друку, здійснено розробку критеріїв, що дозволяють оцінити ергономіку та кінематику ляльки, обґрунтовано принципи стилізації природних форм у естетиці кіберпанку. Зазначимо, що значна частина дослідження присвячена вивченню аналогів, що підтвердило існування низки протиріч та проблемних питань, які пов'язані з недостатньою кількістю вітчизняних проектів, що поєднують ігрову механіку з екологічною проблематикою.

У дослідженні розкрито роль спеціалізованого програмного забезпечення (ZBrush, Blender, Marvelous Designer), висвітлено зміст та форми етапів

модельовання, виявлено принципи, закономірності, особливості, функції взаємодії механічних та біонічних елементів, які визначають візуальну цілісність образу.

За результатами дослідження вдалося виявити особливості, принципи, зв'язки між конструкцією шарнірів та властивостями матеріалу (PETG), зазначити, що вони належать до складних за своїм змістом, структурою, формою та способами утворень, знаходяться в залежності від точності налаштувань 3D-принтера, від характеру психологічних процесів сприйняття образу, а також від технологічних обмежень адитивного виробництва, які супроводжують процес виготовлення.

Матеріали роботи дозволили визначити вплив технологій на дизайн, особливості інтеграції механіки в анатомію, принципи колористичного оформлення, роль постобробки та художнього розпису тощо.

Установлено, що на сучасний іграшковий дизайн впливають соціокультурні та психологічні процеси, зокрема екологічні виклики та технологічний прогрес тощо. Водночас посилюється роль дизайнера як творця нових сенсів. У роботі наголошено на необхідності наділення ігрових персонажів глибокою легендою та місією, як-от захист природи.

У дослідженні теоретично обґрунтовано методи та засоби, необхідні для реалізації повного циклу створення ляльки. Вони передбачають цифровий скульптинг, інженерне проектування з'єднань, слайсинг, друк, механічну обробку та збірку на еластичний шнур.

Автором роботи розроблено унікальні образи «Вуханя австрійського» та «Тюленя-монаха», перевірено ефективність використання концепції поєднання біоніки червонокнижних тварин з естетикою кіберпанку.

Новизна дослідження полягає в створенні оригінальної серії роботів-захисників, що виступають метафорою боротьби за збереження біорізноманіття України, а також у адаптації технології FDM-друку для створення функціональних VJD-ляльок з матеріалу PETG.

Практична значущість результатів дослідження полягає у створенні готового до тиражування дизайн-проєкту. Розроблено методичні вказівки, рекомендації для дизайнерів, студентів щодо моделювання шарнірних з'єднань та їх підготовки до 3D-друку.

Дослідження не вичерпує окреслену проблему й передбачає подальше розширення модельного ряду персонажів на основі інших видів з Червоної книги України, а також експерименти з фотополімерним друком для підвищення деталізації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 3D-друк для початківців: початок роботи з 3D-друком. URL: <https://3d4u.com.ua/uk/blog/post/88-3d-printing-for-beginners-getting-started-with-3d-printing> (дата звернення: 22.08.2025).
2. Амін Дж. Анатомія для художників. Київ: ArtHuss, 2022. 304 с.
3. Башта А.-Т., Біланич М. Вивчення, охорона та приваблення кажанів у сакральних спорудах: метод. рек. / за ред. О. Бокотєя. Львів: ПП «Місіонер», 2022. 56 с.
4. Бебешко Л. Українські вишиванки: орнаменти, композиції. Харків: КСД, 2019. 128 с.
5. Вишеславський Г., Сидор-Гібелинда О. Концептуальне мистецтво. Термінологія сучасного мистецтва. Paris; Київ: Terra Incognita, 2010. 368 с.
6. Вільямс Р. Дизайн. Книга для недизайнерів. Харків: Vivat, 2022.
7. Втрачений баланс: Про тварин, які зникли і зникають з території України через людські діла // Департамент екології та природних ресурсів Житомирської обласної державної адміністрації. 2018. URL: <https://eprdep.zht.gov.ua/novyny14112018.htm> (дата звернення: 15.10.2025).
8. Вухань австрійський // Animalia.bio. URL: <https://animalia.bio/uk/grey-long-eared-bat> (дата звернення: 16.10.2025).
9. Дяченко С., Дяченко М. Дика енергія. Лана. Київ: Теза, 2006. 416 с.
10. Єгорова І. М., Плотникова О. Г. Історія мобільних ігор – від розважальних до навчальних // Молодіжна школа-семінар. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2024. С. 37–39. URL: <https://surl.li/lrvunc>
11. Жирохов М. Зброя Перемоги. Харків: Vivat, 2023. 160 с.
12. Загороднюк І., Харчук С. Кажани Галичини та Буковини 1830–1850 років: склад і зміни фауни за 180 років // Theriologia Ukrainica. 2022. Т. 24. С. 28–50.
13. Загороднюк І., Харчук С. Список ссавців України 2020: доповнення та уточнення // Theriologia Ukrainica. 2020. № 20. С. 10–28.

14. Захист морських ссавців на території України: аналіт. док. / К. Полянська та ін.; Міжнар. благодійн. орг. «Екологія-Право-Людина». [Б. м.], 2020. 94 с.
15. Іваненко М. В. Використання адитивних технологій у сучасному виробництві // Наукові записки Національного університету «Києво-Могилянська академія». 2019. № 12. С. 45–53.
16. Кіберпанк 2077. Твій Голос. URL: <https://surl.li/zmalbj> (дата звернення: 22.07.2025).
17. Кіберпанк. Наукова фантастика чи сьогоднішня? URL: <https://uamodna.com/articles/kiberpank-naukova-fantastyka-chy-sjogodennya/> (дата звернення: 22.08.2025).
18. Ковалів Ю. І. Концептуальне мистецтво // Літературознавча енциклопедія. Київ: ВЦ «Академія», 2014. 624 с.
19. Ковальчук О. В., Петров І. Г. Адитивні технології та 3D-друк: основи та перспективи. Київ: Техніка, 2018. 256 с.
20. Лопатин Д. В. Кіберпанк як жанр наукової фантастики та його вплив на сучасну культуру // Вісник Київського національного університету культури і мистецтв. 2021. № 4. С. 56–72.
21. Ляльки, надруковані на 3D-принтері. URL: <https://surl.li/kzplum> (дата звернення: 22.11.2025).
22. Махиня Н. В. Формування національно-патріотичного світогляду вихованців засобами образотворчого та декоративно-прикладного мистецтва: посібник. Кам'янець-Подільський, 2017. 51 с.
23. Межжерін С. В. Тюлень-монах Monachus monachus (Hermann, 1779) // Червона книга України. Тваринний світ. [2009]. URL: <https://redbook.land.kiev.ua/547.php> (дата звернення: 15.12.2025).
24. На крилах ночі: з життя кажанів // НАН України: офіційний вебпортал. 2017. URL: <https://surl.li/urmmeg> (дата звернення: 05.11.2025).
25. Нижник Ю. М. Технології сучасного 3D-друку та перспективи їх застосування: навч. посіб. Київ, 2019. 282 с.

26. Нікітін С. О., Нікітіна Л. О. Основи комп'ютерних ігор та ігрових програм: навч. посіб. Харків: Друкарня Мадрид, 2018. 138 с.
27. Пономаренко С. Adobe InDesign: дизайн і верстка. СПб.: БХВ-Петербург, 2000.
28. Пономарьова Е. Л. Редакторська підготовка фотовидання: конспект лекцій. М., 2001. 60 с.
29. Посібник з реабілітації кажанів / А. С. Прилуцька, А. С. Влащенко, А. Д. Доманська, В. С. Гуков. Харків: Цифрапринт, 2021. 126 с.
30. Сміт С. Анатомія для 3D-художників. Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2021. 304 с.
31. Соломонович В. В. ZBrush для початківців. Київ: Вид-во XYZ, 2020. 256 с.
32. Стародавні римляни могли знищити чорноморську популяцію тюленів-монахів // UAINFO: новини блогосфери. 2022. URL: <https://uainfo.org/blognews/1654093086-starodavni-rimlyani-mogli-znishchiti-chornomorsku-populyatsiyu.html> (дата звернення: 15.07.2025).
33. Створення персонажів для індустрії розваг / К. Андерсон, Д. Кейді-Лі, К. Карпе, Г. Менгерт. Київ: ArtHuss, 2023. 304 с.
34. Тюлень: фото і види сімейства, відео // NR.V. URL: <https://nr.v.org.ua/tulen-foto-i-vidy-semeistva-video/> (дата звернення: 16.04.2025).
35. Тюлень-монах звичайний // Animalia.bio. 2025. URL: <https://animalia.bio/uk/mediterranean-monk-seal> (дата звернення: 12.10.2025).
36. Удріс-Бородавко Н. Графічний дизайн з українським обличчям. Київ: ArtHuss, 2023. 206 с.
37. Український Центр Охорони Кажанів: офіційний вебсайт. Харків, 2005–2025. URL: <http://kazhan.org.ua/ukr/index.htm> (дата звернення: 05.09.2025).
38. Український центр реабілітації рукокрилих: офіційний сайт. Харків, [2025]. URL: <https://batsukraine.org/> (дата звернення: 15.04.2025).
39. Фауна України: охоронні категорії: довідник / О. Годлевська та ін. 2-ге вид., переробл. та допов. Київ, 2010. 80 с.

40. Цікаве про кажанів // Український центр реабілітації рукокрилих: офіційний вебсайт. 2025. URL: <https://batsukraine.org/category/about-bats-ua/> (дата звернення: 18.07.2025).

41. Чому так назвали тюлень монах // Im.lena.v.ua. 2019–2025. URL: <https://im.lena.v.ua/articles/chomu-tak-nazvali-tjulen-monah.html> (дата звернення: 17.04.2025).

42. Шарнірні ляльки (BJD) своїми руками. URL: <https://yak.koshachek.com/articles/sharnirni-ljalki-bjd-svoimi-rukami.html> (дата звернення: 22.11.2025).

43. Шарнірні ляльки BJD історія та розвиток. URL: <https://studiya-kukly.com.ua/ua/a64190-sharnirnye-kukly-bjd.html> (дата звернення: 11.02.2025).

44. Шапаренко С. Червона книга України. Харків: Торсінг, 2012. 336 с.

45. Шерстюк В. Г. Основи розробки комп'ютерних ігор: навч. посіб. Херсон, 2018. 100 с.

46. Шехуріна Л. Д. Фотокнига. Історія, типологічні й художні особливості: автореф. дис. ... канд. філол. наук. Львів, 1980. 16 с.

47. Шипова М. К., Вовк О. В. Психоемоційний вплив кольору // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали V Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Харків, 2020). 2 с.

48. Шкляр В. М. Характерник. [Київ: КСД], 2019. С. 14–145.

49. The Future of 3D Modeling. GarageFarm. URL: <https://garagefarm.net> (дата звернення: 24.07.2025).

50. Theriologia Ukrainica: Східноєвропейський теріологічний журнал / голов. ред. І. Загороднюк. Київ, 2020. Т. 20. 168 с.

1. Явна Х., Терентьєва О. 3D-друк у виробництві шарнірних ляльок: вплив технологій на авторський дизайн та масове виробництво. Мала академія мистецтв : зб. наук. праць мистец. наук. конкурсу здобувачів ЗЗСО та ЗВО України / упоряд. : Л. Качуринець, Л. Циганюк. Хмельницький : ХГПА, 2025. Вип. 4. С. 95–105.

## **ДОДАТКИ**



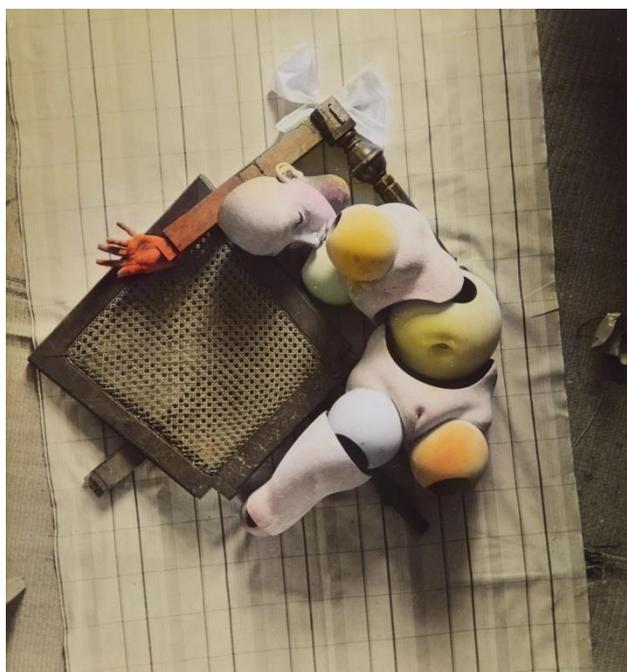
Іл. 1.1 – Палеолітична Венера



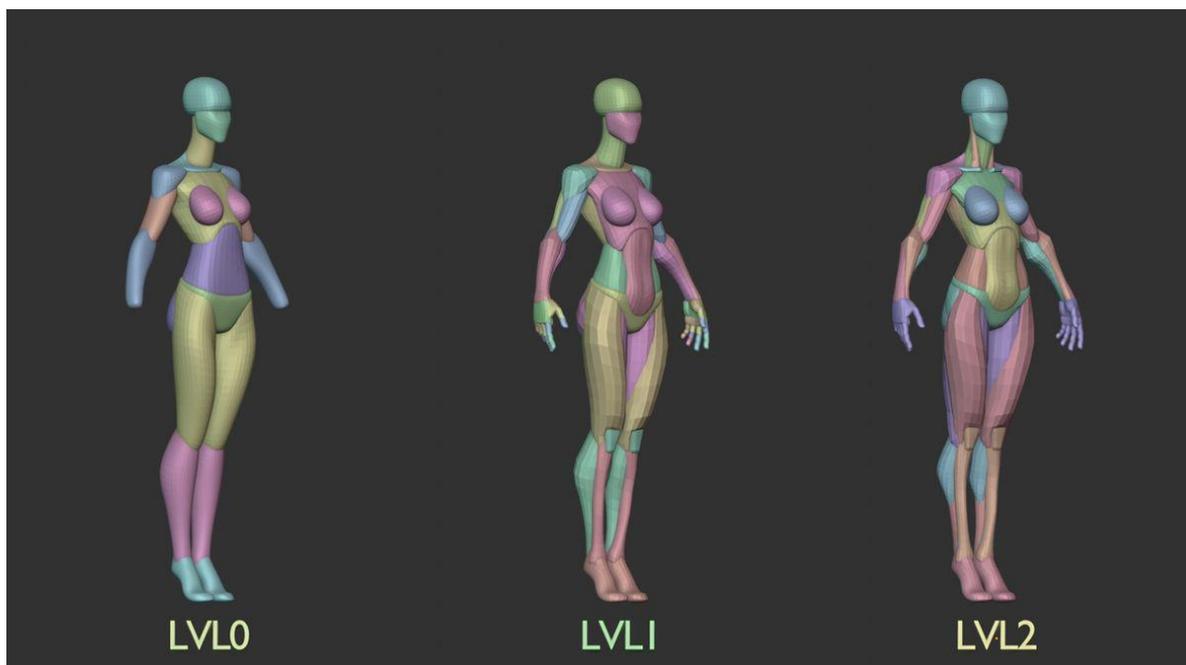
Іл. 1.2 – Лялька Жумеау



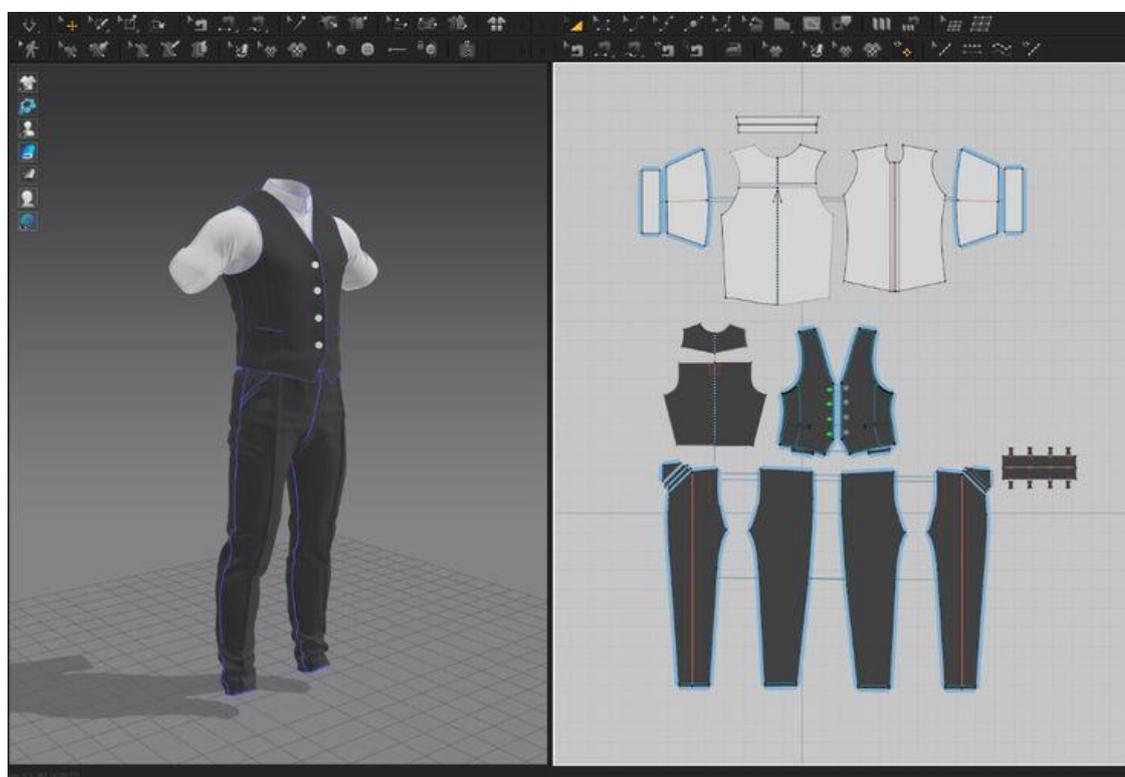
Іл. 1.3 – Перша Барбі 1959 року



Іл. 1.4 – Приклад творчості Ганса Беллера



Іл. 2.1 – Принцип роботи в Zbrush



Іл. 2.2 – Приклади лекал в Marvelous Designer



Іл. 2.3 – Наскрісні канали в BJD ляльці



Іл. 2.4 – Друк з PLA пластику



Іл. 2.5 – Пластик ABS



Іл. 2.6 – 3Д друк SLA



Іл. 2.7 – Еластичний матеріал TPU



Іл. 2.8 – Фігурка Олівії від Dream Valley



Іл. 2.9 – Шарнірна лялька в стилі кіберпанк



Іл. 2.10 – Русалка з шарнірами



Іл. 2.11 – Робот з біонічними елементами кішки



Іл. 2.12 – Фігурка робота від компанії DaiVadi



Іл. 3.1 – Вухань австрійський



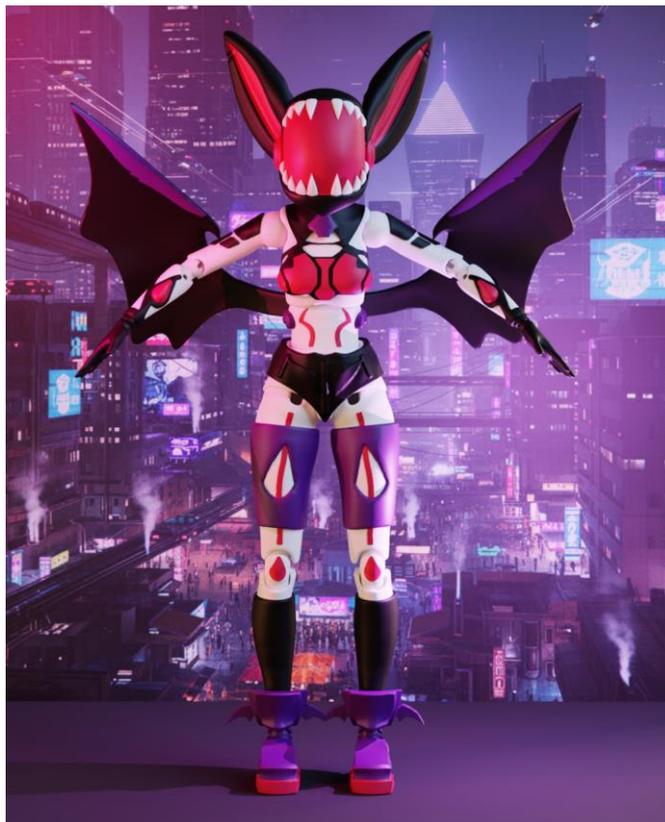
Іл. 3.2 – Тюлень-монах



Іл. 3.3 – Прототип ляльки вуханя австрійського



Іл. 3.4 – Прототип ляльки тюленя



Іл. 3.5 – Готовий рендер ляльки «Вухань австрійський»



Іл. 3.6 – Готовий рендер ляльки «Тюлень монах»