

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ  
Факультет Мистецтв та моди

Кафедра Технології моди

**УДК 687.01-028.63:685.34.012-028.63**

***Пояснювальна записка***

дипломного магістерського проекту  
на тему Застосування цифрових технологій для розробки актуальних моделей зручного взуття

Виконала: студентка групи МГІМд-21  
спеціальності 182 Технології легкої  
промисловості  
Освітня програма «Індустрія моди»

Олександра НОС

Керівник к.т.н., доц. Лілія ЧЕРТЕНКО

Рецензент Вікторія КЕРНЕШ  
Консультант Марина ЯЦЕНКО

Київ 2022

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет Мистецтв і моди

Кафедра Технології моди

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

(шифр і назва)

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

Освітня програма «Індустрія моди»

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри ТМ**

Ольга ГАРАНІНА

«01» серпня 2022 року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА ДИПЛОМНИЙ МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Нос Олександрі Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Застосування цифрових технологій для розробки актуальних моделей зручного взуття
2. Науковий керівник роботи Чертенко Лілія Павлівна, к.т.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» вересня 2022 року №180-уч
3. Строк подання студентом роботи листопад 2022р.
4. Вихідні дані до проекту: нормативна документація, інформація про напрямок розвитку моди, споживачів, новітні матеріали та технології.
5. Зміст по розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, Розділ 1 Допроєктні дослідження, Розділ 2 Графічна композиція колекції, Розділ 3 Конструкторський, Загальні висновки, Список використаних джерел, Додатки.
6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Тема дослідження, об'єкт, предмет, мета та завдання досліджень, творче джерело, творчі ідеї за технікою колаж, ескізи моделей колекції, моделювання БМ та колекції жіночих блузи та шорт та моделей модифікації, процес моделювання та виготовлення моделі взуття, кресленик загального виду одягу, загальні висновки.

## 7. Консультанти розділів дипломного магістерського проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Лілія Чертенко, к.т.н., доц.		
2	Лілія Чертенко, к.т.н., доц.		
3	Марина Яценко, к.т.н., доц.		
4	Марина Яценко, к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 01 серпня 2022

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	Серпень 2022 р.	
2	Розділ 1. Допроєктні дослідження	Серпень-вересень 2022 р.	
3	Розділ 2. Дизайнерська пропозиція	Серпень-вересень 2022 р.	
4	Розділ 3 Конструкторський	Вересень 2022 р.	
5	Висновки	Жовтень 2022 р.	
6	Оформлення магістерського проєкту (чистовий варіант)	Листопад 2022 р.	
7	Здача магістерського проєкту на кафедру для рецензування	Листопад 2022 р.	
8	Перевірка магістерського проєкту на наявність ознак плагіату	Листопад 2022 р.	
9	Подання роботи на затвердження завідувачу кафедри (з 7 днів до захисту)	Листопад 2022 р.	

Студент

\_\_\_\_\_ Олександра НОС

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_ Лілія ЧЕРТЕНКО

Директор НМЦУПФ

\_\_\_\_\_ Олена ГРИГОРЕВСЬКА

## АНОТАЦІЯ

Нос О.Ю. Застосування цифрових технологій для розробки актуальних моделей зручного взуття. – Рукопис.

Дипломна магістерська робота за спеціальністю 182 Технології легкої промисловості, освітньою програмою «Індустрія моди» – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2022 рік.

Дипломну магістерську роботу присвячено проектуванню костюму та взуття для сучасної театральної вистави по мотивах міфології Древньої Греції з використанням новітніх технологій в сфері еко розробки одягу та взуття.

У дипломному магістерському проєкті проведено допроєктні дослідження, в результаті яких були визначені вимоги до проектування ансамблю театрального костюму та характеристики екологічних матеріалів, технологій та методів. Розроблено творчу концепцію ансамблю театрального костюму, в якому було показано основну символіку та образ джерела. Композиційно-конструктивний устрій моделі було побудовано на основі характерних властивостей творчого джерела. Костюм створено на основі творчого джерела, яке було модернізовано та переосмислено. Під час проектування костюму було враховано вимоги до театрального костюму та проаналізовано необхідні властивості. Обрано спосіб конструювання основної моделі одягу та взуття, визначені прибавки та розмірні ознаки фігури, побудовано базову модель блузи та шорт а також змодельовано взуття в 3D програмі, підготовлено та надруковано на 3D принтері.

*Ключові слова: 3D моделювання, адитивні технології, театральный костюм.*

## SUMMARY

Nos O.Yu. The use of digital technologies for the development of current models of comfortable footwear. Master's thesis project in the specialty 182 Technologies of light industry of the educational program "Fashion Industry" - Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, 2022.

The diploma project is devoted to designing a costume for a modern theatrical performance based on the mythology of Ancient Greece using the latest technologies in the field of eco-design of clothes and footwear.

In the master's thesis project, pre-project studies were carried out, based on which the requirements for the design of a theatre costume ensemble and the characteristics of environmental materials, technologies and methods were determined. The creative concept of the theatrical costume ensemble was developed, in which the main symbolism and image of the source were shown. The compositional and constructive device of the model is built based on the characteristic properties of the creative source. The costume is based on a creative source, upgraded, and reimagined. When designing the costume, the requirements for the theatrical costume were considered and the necessary properties were analyzed. The method of designing the main model of clothing and footwear was chosen, the gains and dimensional features of the figure were determined, the basic model of the blouse and shorts was built, and the footwear modeled in a 3D program, prepared and printed on a 3D printer.

*Key words: 3D modeling, additive technologies, theatrical costume.*

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1 ДОПРОЄКТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	9
1.1. Дослідження новітніх екологічних матеріалів для виготовлення одягу та взуття .....	9
1.2. Використання адитивних технологій та новітніх методик для покращення екологічного сліду виробництв одягу та взуття .....	14
1.3. Дослідження новітніх технологій для екологічно стабільного виготовлення одягу та взуття .....	19
1.4. Дослідження основних технологій та принципів 3D друку взуття .....	25
1.5. Характеристика апсайклінгу як однієї з основних екологічних методик повторного використання виробів .....	38
Висновки до розділу 1 .....	41
РОЗДІЛ 2 ДИЗАЙНЕРСЬКА ПРОПОЗИЦІЯ .....	42
2.1 Стильова направленість і призначення колекції розроблюваного взуття та одягу. Основна ідея, концепція, що лягла в основу колекції. ....	42
2.2. Обґрунтування вибору матеріалів та технологій виготовлення .....	43
2.3. Обґрунтування обраних технологій та методів виготовлення взуття..	48
2.4. Обґрунтування вибору стилю колекції та силуетних форм взуття для нової концептуальної колекції взуття та одягу.....	51
2.5. Обґрунтування вибору конструкції і фасону взуттєвої колодки .....	55
2.6. Засоби художньої виразності. Способи гармонізації, що застосовуються при проектуванні моделі .....	59
Висновки до розділу 2 .....	61
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ .....	62
3.1. Етапи проектування взуття жіночого. ....	62
3.2. Визначення групи споживачів та об'єкту проектування.....	84

3.3. Визначення споживчих вимог .....	86
3.4. Визначення творчого джерела для розробки нової моделі одягу та взуття.....	88
3.5. Трансформація творчого джерела в геометричну або об'ємнопросторову форму одягу/ взуття або аксесуарів.....	89
3.6. Розробка творчих замальовок нових моделей одягу.....	91
3.8. Виконання технічного рисунку та опису зовнішнього виду виробу....	92
3.9. Формування вихідних даних для отримання нової конструкції, обрання методу формоутворення нової моделі одягу та визначення конструктивних прибавок.....	93
3.10. Вибір типової базової конструкції виробу та розробка схем моделювання нової моделі одягу .....	95
3.11. Моделювання базових моделей блузи та шортів жіночих .....	97
3.12. Розробка технічного опису базової моделі блузи та шортів жіночих .....	100
3.13. Виготовлення блузи та шортів жіночих .....	101
Висновки до розділу 3 .....	102
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	104
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	105

## ВСТУП

Мода — це одна з областей, у якій останніми роками швидко виросло споживання. Швидка мода стала найпоширенішою; одяг виробляється у більш короткий термін, нові моделі з'являються кожні кілька тижнів, щоб задовольнити попит відповідно до останніх тенденцій, але разом з цим збільшується споживання та збільшується кількість відходів [51]. Кожен предмет одягу та взуття зношується менше, перш ніж його утилізують, і цей короткий термін служби означає вищі відносні виробничі викиди [1]. Сьогодні, за даними Програми ООН з довкілля, на індустрію моди припадає до 10% світового викиду вуглекислого газу — більше, ніж міжнародні авіаційні рейси та морські перевезення разом узяті. На частку виробництва одягу та взуття також припадає п'ята частина із 300 мільйонів тон пластику, що виробляється у всьому світі щороку [37]. За оцінками консалтингової фірми McKinsey та Всесвітнього економічного форуму, кількість одягу, що виробляється щороку, з 2000 року як мінімум подвоїлася. Тільки частина виробів переробляється, вісімдесят сім відсотків всього волокна, що використовується для виготовлення одягу, зрештою спалюється або відправляється на звалище [2].

**Актуальність теми** обумовлена тим, що не так давно більшість споживачів не цікавилися (чи не знали), як саме та з яких матеріалів виробляється їхнє взуття та одяг. Сьогодні, коли у нас під рукою є ресурси та інформація, дедалі більше людей дізнаються про навколишнє середовище [49]. Багато хто тепер прагне вести стійкий спосіб життя у всіх аспектах життя, включаючи те, де вони роблять покупки і що носять [6]. Як результат, тенденції показують: епоха бездумного споживацтва закінчується. У сфері моди з'являється поняття «sustainable fashion», стійка мода, або «еко-мода», «зелений рух», концептуальні покази екологічних колекцій, з'являються організації, еко-виставки, ярмарки, фестивалі [3].

**Метою дипломного проекту** є вдосконалення системи створення та підгонки театральних та кінематографічних костюмів за допомогою таких



екологічно стійких практик та технологій, як апсайклінг, 3D моделювання та друк, та адитивне виробництво.

**Об'єктом дослідження** є проектування одягу та взяття за допомогою новітніх технологій та екологічних матеріалів.

**Предмет дослідження** – ансамбль жіночого театрального костюму.

Основним **методом дослідження** обрано прикладний. Прикладні наукові дослідження – це теоретичні та експериментальні наукові дослідження, спрямовані на одержання й використання нових знань, але призначені, головним чином, для здійснення конкретної практичної мети чи завдання. Прикладні дослідження визначають можливі шляхи використання результатів фундаментальних наукових досліджень, нові методи розв'язання проблем, сформульованих раніше.

**Наукова новизна проєкту** – у модернізації класичної міфології та театрального костюму за допомогою виготовлення взуття, аксесуарів та одягу з використанням адитивних технологій, 3D сканування, проектування та друку, а також екологічно стабільних матеріалів та методик.

## РОЗДІЛ 1 ДОПРОЄКТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1. Дослідження новітніх екологічних матеріалів для виготовлення одягу та взуття

Відгук на новий всесвітній еко-напрямок модної індустрії набув багатьох видів, від ресайклінгу до 3D-принтингу.

Один із напрямків – використання екологічних, перероблених та біорозкладних матеріалів у взутті [38]. До натуральних матеріалів відносяться волокна рослинного походження (бавовна, льон, бамбук, пробка, конопля) та тваринного (шерсть, шовк та шкіра). Також застосовуються штучні волокна, вони виготовляються з натуральної сировини, але виробляються з використанням хімічних процесів, які мають різний вплив на навколишнє середовище. До них належать віскоза, тканина з морських водоростей, міцелій грибів. З перероблених матеріалів частіш за все використовують пластикові пляшки, зібрані з вулиць, океанів та пляжей, підроблені обробці та перероблені [8].

Найбільш поширені матеріали, які використовуються у взутті включають:

- Шкіра, текстиль та синтетичні матеріали верху.
- Шкіра, вулканізована гума, термопластична гума (TPR), поліуретани (ПУ), термопластичні поліуретани (ТПУ), Етиленвінілацетат (ЕВА), полівінілхлорид (ПВХ), тощо, для низу.
- Металеві або композитні стрижні, металеві цвяхи, текстильні чи шкіряні шнурки, металеві люверси, полімерні застібки-блискавки, полімерні підбори або підбори на основі деревини, композитні та полімерні підноси.

Адекватний вибір матеріалів та комплектуючих має велике значення для загальної екологічної стійкості взуттєвої продукції протягом її життєвого циклу [50]. З метою розробки більш екологічних та стійких продуктів, у частині вибору матеріалів та комплектуючих та реєстрації необхідно враховувати наступні фактори:

Особливості матеріалів та компонентів для розробки більш екологічного взуття:

- Тип матеріалу та компонентів (наприклад, перероблений, з можливістю переробки та/або біорозкладний);
- Походження та необхідний транспорт;
- Матеріали (наприклад, шкіра, полімери), вироблені екологічно чистими способами та використовують мінімальну кількість хімічних речовин та енергії в процесі їх виробництва;
- Розчинники та клеї на водній основі;
- Легше, міцніше та гарної якості;
- Усунення непотрібних матеріалів та компонентів;
- Мінімізація небезпечних та заборонених речовин;
- Матеріал, виготовлений із відновлюваних джерел;
- Виготовлення за спрощеною технологією виробництва;
- Виготовлення зі зниженим рівнем забруднення повітря, споживання води та утворення твердих відходів та шуму;
- Вторинне використання, переробка чи підвищення цінності наприкінці терміну та життєвого циклу продукції. [5]

Найчастіше в виробництві одягу та взуття використовуються такі екологічні матеріали [39]:

- Перероблені шини

Як ви можете уявити, кількість каучуку, необхідного для задоволення попиту на підошви взуття, надзвичайно велика в усьому світі. Тому має сенс тільки те, що такі компанії, як Timberland, SoleRebels та Indosole, переробляють старі гумові шини для підошв свого нового взуття.

Тільки в США щороку зношується і утилізується 300 мільйонів шин. На щастя, завдяки деяким фантастичним ініціативам за останні 25 років, EPA (англ. U.S. Environmental Protection Agency - Агенція з охорони довкілля США) повідомляє, що 80% усіх утилізованих шин наразі переробляються [40].

Взуттєві компанії, такі як Timberland, використовують перероблені шини для своїх черевиків з 2008 року, але тільки зараз, у 2020 році, серйозна увага приділяється використанню переробленої гуми для всього взуття. Нещодавня увага

до зміни клімату викликала величезне зростання кількості взуттєвиків, які використовують екологічно чисті матеріали.

Каліфорнійська взуттєва компанія Indosole - одна з найуспішніших взуттєвих компаній, що не завдають шкоди навколишньому середовищу. Indosole використовує боковину автомобільної шини для створення підошви, а також внутрішню камеру, яку вони перетворюють на ремені та підноски.

- Ананас

Ймовірно, однією з найгарячіших новин про веганську моду минулого року стала поява шкірки ананаса. Голландський взуттєвий бренд Mercer Amsterdam потрапив до всіх заголовків газет, коли випустив лінійку взуття з використанням інноваційного запатентованого матеріалу Piñatex.

Голландська взуттєва компанія використовує Piñatex як веганську альтернативу шкірі. Доведено, що натуральні волокна ананаса допомагають регулювати температуру всередині взуття, зменшуючи потовиділення ніг.

Бренд заявляє, що екологічно чисте взуття «зроблене у співпраці з Piñatex, альтернативою шкірі, яка виготовлена з листя ананаса, натурального матеріалу, отриманого з екологічно чистих джерел».

Листя ананаса, що використовується для виготовлення взуття, є побічним продуктом збору ананасів для продажу в супермаркетах. Компанія Mercer Amsterdam успішно створила новий екологічно чистий матеріал із того, що зазвичай гниє чи викидається на звалища.

Мало того, що взуття краще для навколишнього середовища, але й листя ананаса, що використовується, привозяться від місцевих фермерів, які вирощують ананаси на Філіппінах, що допомагає підтримувати місцеву економіку і зміцнює експорт країни. Дубління шкіри ананасу також вимагає значно менше води, виробляє менше відходів та не містить шкідливих хімічних речовин або інгредієнтів тваринного походження.

Не дивно, що шкіру ананаса тепер використовують багато інших компаній, які виробляють екологічно чисте взуття.

- Бамбук

Бамбук продовжує здобувати звання одного із найбільш універсальних, корисних та екологічно чистих матеріалів у світі. За останні кілька років все було перероблено з бамбука, від простирадла, мисок і чашок до штор.

Тепер на арену вийшло бамбукове взуття, яке виробляє все більше взуттєвих брендів. Бамбук - це високоефективний матеріал, для виробництва якого потрібно набагато менше ресурсів, ніж для традиційних матеріалів, таких як шкіра, замша та бавовна.

Такі компанії, як Cariuma, створили чудове взуття, в основному з бамбука та переробленого пластику. У методі виробництва, який використовується Cariuma, не використовуються агресивні або токсичні хімічні речовини, як у деяких інших виробників бамбука. Натомість вони нагрівають бамбукові волокна для створення порошкоподібного деревного вугілля, яке потім змішують з переробленим ПЕТ-пластиком для створення спеціальної пряжі, з якої можна робити взуття, яке прослужить довгі роки.

- Пробка

Пробка зарекомендувала себе як один із найбільш екологічно чистих будівельних матеріалів у світі. В даний час він використовується в будівництві будинків для виготовлення підлог, жорсткої ізоляції, зовнішнього облицювання, акустичних покриттів для стін та для стільниць.

Тепер пробка має намір завоювати і світ взуття. Здавалося б, пробка - ідеальний матеріал для взуття, оскільки він легкий, еластичний і гнучкий. Він також дуже безпечний для навколишнього середовища, порівняно з його аналогами.

Пробка витягується з дерев кожні 9 років, не завдаючи їм шкоди, і це 100% відновлюваний матеріал. Nike зараз експериментує з пробкою для своєї лінії екологічно чистого взуття, а спеціальна ортопедична компанія Sole змогла створити з цього матеріалу прекрасне взуття.

Використання пробки також допомагає підтримувати пробкові ліси, які є одними із найстійкіших лісів на планеті. Деревя, з яких раз на 9 років збирається кора для пробкової сировини, живуть до 200 років.

- Органічна бавовна

Бавовна є одним з матеріалів, що найчастіше використовуються на планеті, але його виробництво далеко не чисте і неефективне. Тому за останнє десятиліття органічна бавовна стала відігравати більш помітну роль у моді.

Органічна бавовна вимагає, щоб метод виробництва не включав пестицидів, добрив чи токсичних хімікатів. Це дозволяє бавовняним фермам залишатися стійкими, підтримуючи родючість ґрунту та дозволяючи збирати врожай бавовни без використання хімікатів [54].

Для виробництва органічної бавовни потрібно набагато менше CO<sub>2</sub> через меншу кількість палива та енергії, необхідних для вирощування матеріалу. Відсутність хімікатів дозволяє використовувати природніший метод ведення сільського господарства, уникаючи будь-якого ризику для робітників або місцевої дикої природи.

Такі компанії, як Rawanique, досягли величезного успіху у створенні взуття ручної роботи з органічної бавовни, яка є природно гіпоалергенною, стійкою до пилових кліщів та довговічною.

- Перероблений пластик

Протягом 2019 року зростала кількість новин, які докладно описують кризу пластикового забруднення. Відео з Балі в Індонезії показали прекрасний океан, в якому плаває більше пластику, ніж риби, і більше людей дізналися про Велику тихоокеанську сміттєву пляму (англ. Great Pacific Garbage Patch - GPGP), яка в основному складається з пластику, що вийшов з вживання.

Одна з найкращих ініціатив, які ми можемо зробити, щоб допомогти забрудненню пластиком, є максимальне повторне використання та переробка пластику. Шевці швидко зрозуміли, що тепер вони можуть робити екологічно чисте та стильне взуття із пластикових відходів.

Однією з компаній, яка досягла величезного успіху у виробництві пластикового взуття, є компанія Rothy's із Сан-Франциско. Їхні балетки стали дуже популярними у США серед офісних працівниць, які забезпечили їх екологічно чистою та ультра-зручною парою взуття.

Верх взуття Rothy's виготовлений із перероблених пластикових пляшок. Пляшки промивають гарячою водою, стерилізують, а потім сплавляють у волокно, яке можна плести як пряжу.

За даними National Geographic, у світі налічується понад 6 мільярдів метричних тонн пластикових відходів, які можна використати повторно. Використання переробленого пластику допомагає скоротити кількість енергії, необхідної для нових матеріалів, і водночас допомагає очистити планету. [9]

В підрозділі досліджено новітні екологічні матеріали для виготовлення одягу та взуття та один з напрямків екологічного виробництва - використання екологічних, перероблених та біорозкладних матеріалів у взутті. Розглянуто такі основні екологічно стабільні матеріали, як перероблені шини, ананас, бамбук, пробка, органічна бавовна та перероблений пластик.

## **1.2. Використання адитивних технологій та новітніх методик для покращення екологічного сліду виробництв одягу та взуття**

Ще одним важливим аспектом сталої моди є відповідальне виробництво. Це включає забезпечення того, щоб взуття було виготовлено таким чином, щоб не завдавати шкоди навколишньому середовищу. Наприклад, деякі бренди використовують клеї на водній основі замість токсичних розчинників. Вони також стежать за тим, щоб їхні фабрики дотримувалися екологічних норм та використовували стійкі джерела енергії [41].

Стійке виробництво одягу - це сучасна форма виробництва предметів одягу, мета якої - принести користь як навколишньому середовищу, так і людству. Це набагато ширший процес, який виходить за рамки використання екологічно чистих тканин. Він включає в себе повну трансформацію способу мислення і роботи

виробника, що відбувається тільки після того, як ви більше думаєте про своїх клієнтів, співробітників та спільноти в цілому.

Рух за стійку моду в значній мірі заснований на розумінні бажань клієнтів шляхом звернення до їх відгуків, а також на забезпеченні того, щоб весь ваш ланцюжок поставок слідував екологічно безпечним методам. Екологічний текстиль – це лише частина процесу, тому вам потрібно залишатися прихильним до своїх екологічних ініціатив, щоб скористатися всіма перевагами, які доступні виробництву при виборі екологічного шляху.

Процес сталого виробництва одягу, як правило, включає пропозицію більшої кількості перероблених варіантів одягу, використання екологічно чистих тканин і дотримання безпечних методів праці. Ви також можете скоротити споживання води, вибравши замкнуті системи фарбування [10].

Оскільки від 80 до 90 відсотків екологічності предмета одягу визначається рішеннями, прийнятими на етапі його проектування, нові стратегії можуть покінчити із втратами із самого початку.

Щоб виключити 15 відсотків тканини, що зазвичай виявляється на підлозі розкрійної при виготовленні одягу, використовується розкрій викрійки з нульовими відходами, щоб розташувати деталі викрійки на тканині, як у головоломці «Тетріс».

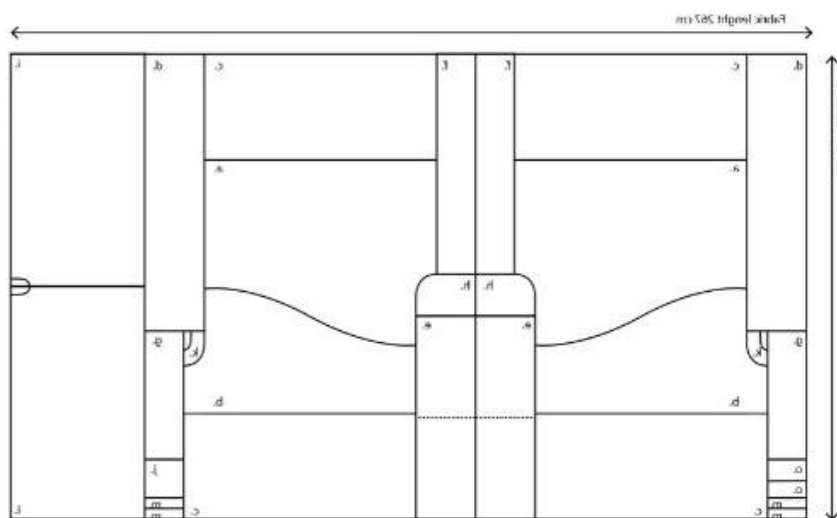


Рис. 1.2.1. Викрійка з нульовими відходами дизайнерки Андри Елізи Ністор [11].



Дизайнерка YeohLee Тенг відома як піонер нульових відходів, яка використовує геометричні концепції, щоб використовувати кожен сантиметр тканини; вона також створює одяг із залишків інших речей.

Віртуальний 3D-семплінг може усунути потребу у фізичних зразках матеріалу. Для готового одягу іноді може знадобитися до 20 зразків. Фабрикант, цифровий будинок моди, замінює справжній одяг на зразки на етапі проектування та розробки і стверджує, що це може зменшити вуглецевий слід бренду на 30 відсотків.

Деякий одяг може бути сконструйований так, щоб його можна було розібрати в кінці терміну служби; конструкція для розбирання полегшує переробку деталей або їхню переробку в інший одяг. Щоб бути багатофункціональними, інші предмети одягу можуть бути двосторонніми або сконструйовані таким чином, що можна віднімати або додавати частини. Лондонський бренд Petit Pli виробляє дитячий одяг з однієї переробленої тканини, що спрощує її переробку; а на одязі є складки, що розтягуються, щоб діти могли продовжувати носити їх у міру дорослішання.



Рис. 1.2.2. «Одяг, що зростає» лондонського бренду Petit Pli [12].

3D-друк можна використовувати для цифрової обробки деталей перед виробництвом, зводячи до мінімуму проби та помилки; і оскільки таким способом може виробляти одяг на індивідуальне замовлення, він скорочує кількість відходів. Крім того, перероблені матеріали, такі як пластик та метал, можуть бути надруковані на 3D-принтері.

Дизайнерка екологічно сталого розвитку Іріс Вен Херпен відома своїми приголомшливими 3D-друкарськими творами, в деяких з яких використовується перероблене морське сміття. Нині вона також працює з науковцями над створенням екологічно стійкого текстилю.



Рис. 1.2.3. Процес 3D-друку сукні дизайнерки Іріс Вен Херпен [13].

Голландська компанія DueSoo розробила метод фарбування, в якому замість води та хімікатів використовується відпрацьований CO<sub>2</sub>. Технологія створює тиск CO<sub>2</sub>, тому він стає надкритичним і дозволяє барвнику легко розчинятися, таким чином він може легко проникати в тканини. Оскільки в процесі не використовується вода, не утворюються стічні води та не потрібен час на сушіння, так як забарвлена тканина виходить сухою. Дев'яносто п'ять відсотків CO<sub>2</sub> використовуються повторно, тому процес є системою із замкнутим циклом.

Французький стартап Neuritech використовує штучний інтелект для аналізу зображень продуктів із Instagram та Weibo та прогнозування тенденцій. Adidas, Lee,

Wrangler та інші бренди використали його, щоб передбачити майбутній попит та відповідно планувати своє виробництво, щоб скоротити кількість відходів.

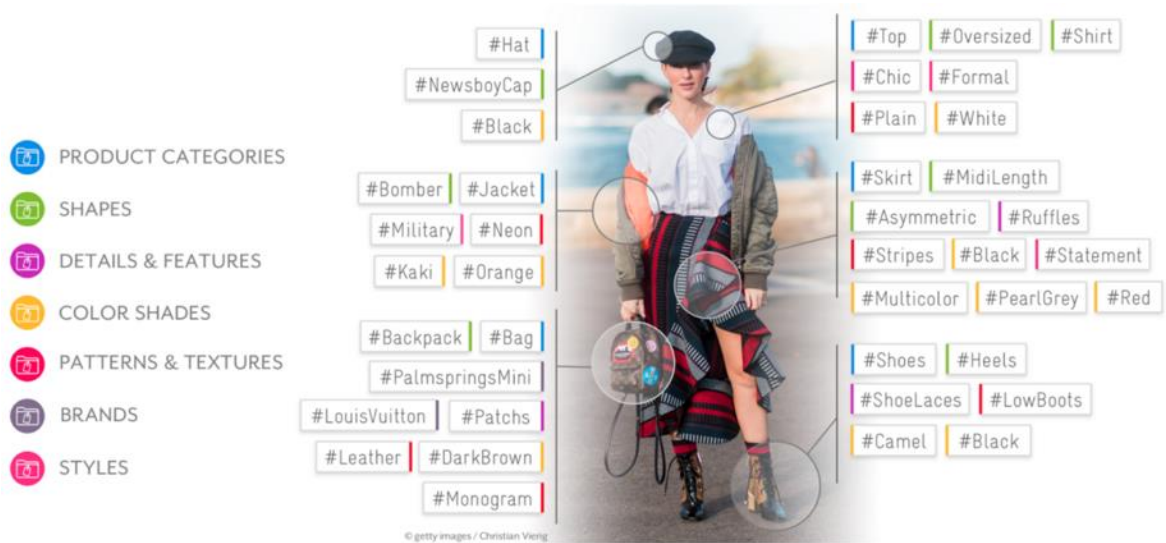


Рис. 1.2.5. Процес аналізу трендів штучним інтелектом французького стартапу Neuritech [14].

Мобільне сканування тіла може допомогти брендам виробляти одяг, що підходить для різних типів статури, замість використання стандартних розмірів. 3D-технології також використовуються для віртуального одягання, що дозволить споживачам побачити, як одяг виглядає на них, перш ніж вони його куплять. Ці інновації можуть призвести до меншої кількості одягу.

Ще один спосіб скоротити кількість відходів — позбутися запасів. Компанії з виробництва товарів, такі як Printful, дозволяють дизайнерам синхронізувати свої індивідуальні проекти з продуктами компанії. Одяг не створюється, поки не надходить замовлення.

Замкнена система For Days дає обмінні кредити за кожний предмет одягу, який ви купуєте; клієнти можуть використовувати обмінні кредити для придбання нових предметів одягу з органічної бавовни або перероблених матеріалів. Обмінні кредити спонукають споживачів відправляти непотрібний одяг For Days, не допускаючи його потрапляння на смітник і дозволяють переробляти його в нові матеріали. Клієнти також можуть заробити обмінні кредити, наповнивши одну із сумок компанії «Повернення» будь-яким старим одягом у будь-якому стані та

відправивши її; потім вони перепродаються, якщо їх можна врятувати, або переробляються як ганчірки [15].

Екологічне взуття корисне не тільки для навколишнього середовища, а й для здоров'я споживача. Багато екологічно стійкого взуття розроблено так, щоб бути зручним та підтримуючим. Воно може допомогти запобігти проблемам з ногами, крім того, воно часто зроблено з дихаючих матеріалів [8].

Досліджено використання адитивних технологій та новітніх методик для покращення екологічного сліду виробництв одягу та взуття, а саме розкрій викрійки з нульовими відходами, віртуальний 3D-семплінг, особливі конструкції та матеріали, які продовжують термін служби виробів, 3D-друк, нові методи фарбування, штучний інтелект для аналізу зображень та прогнозування тенденцій, а також мобільне сканування тіла.

### **1.3. Дослідження новітніх технологій для екологічно стабільного виготовлення одягу та взуття**

Окрім правильно підібраних матеріалів, зручне та екологічне взуття досягається впровадженням нових технологій в кожен етап розробки [53].

Від вирішення проблем з розміром та посадкою у галузі моди до підвищення персоналізації та заохочення повторного використання, коли це можливо, впровадження нових технологій у модному бізнесі може створити екологічно стійке майбутнє, про яке мріють споживачі. Технології екологічно стійкої моди, що впливають на матеріали, продукти та споживчий досвід, очікувано вплинуть на скорочення відходів протягом наступного десятиліття.

#### **Віртуальний 3D-семплінг**

У минулому фізичні зразки були необхідні у життєвому циклі проектування та купівлі та продажу. Ці зразки дають як дизайнерам, так і групам роздрібних закупівель точне уявлення про продукт, але для одного готового стилю може знадобитися 20 або більше виробів. Однак у міру розвитку 3D-технологій

віртуальна вибірка вже дозволяє проводити цифрову перевірку всієї лінійки, що скорочує втрати як під час проектування, так і під час розробки продукту.

Віртуальний 3D-семплінг переносить ту саму концепцію на екран практично без втрат під час процесу. Ще однією важливою перевагою є зниження витрат, пов'язаних із матеріалами та часом, пов'язаним із створенням фізичних зразків. Віртуальна вибірка також допоможе оцифрувати модель виробництва на вимогу, орієнтовану на споживача.

#### Автоматизація та мода на вимогу

Підприємства швидкої моди та моделі масового виробництва зробили свій внесок у величезну кількість відходів та повернень. Маркетологи підштовхнули споживачів до масового споживання, і це мислення підживлювало цю модель у 1990-х та 2000-х роках. Але оскільки зростання електронної та соціальної комерції за останнє десятиліття привело до створення абсолютно нової бізнес-моделі, споживачі тепер знаходяться біля керма, і вони дуже дбають як про персоналізований досвід, так і планету. Дизайн та виробництво за запитом будуть відігравати важливу роль у майбутньому моди. Замість того, щоб виробляти одяг, а потім продавати його, товари виробляються тільки після відповідного замовлення. Хоча сьогодні одиничне та дрібносерійне виробництво обходиться дорожче, автоматизація та інновації у виробництві у поєднанні із заощадженими грошима за рахунок зниження доходів та гарантованих продажів з часом компенсують ці витрати.

#### Мобільне сканування тіла

Дизайнери та виробники визначають розміри одягу на основі надзвичайно обмеженої інформації, призначеної для «усереднення» форм тіла, внаслідок чого основна частина споживачів ставить питання, як справжні люди можуть отримати речі із необхідною їм посадкою [55].

Сканування тіла, нарешті, пропонує рішення обмеженої доступної інформації про розміри та типи тіла. Цей інструмент може не тільки стати одним із ключових прийомів конверсії електронної комерції ритейлерів, але й стати стійкою технологією, яка допомагає моді зменшити свій вплив. За допомогою інформації,

отриманої в результаті цих сканувань, підприємства можуть створювати одяг, який підходить для різних типів статури, а не залежно від пропорційного масштабу. Результатом є більш відповідний одяг, що призводить до меншої кількості повернень, підвищення коефіцієнта конверсії, підвищення точності та ефективності, що може допомогти знизити вплив роздрібної торгівлі на довкілля.

Що стосується споживачів, то покупці отримали можливість зрозуміти, як одяг буде відповідати кожній з їх унікальних форм тіла, а не маркуватися як щось середнє. Це підвищує впевненість у тому, що те, що вони купують, їм підходить, і створює більше лояльних клієнтів для брендів і роздрібних продавців.

#### Віртуальне перевдягання

3D-технологія вносить радикальні зміни в процес, оцифровуючи те, що раніше було дуже фізичним, ручним процесом, за допомогою обміну інформацією про припасування через цифрову платформу. Використовуючи тисячі точок даних для створення тривимірного зображення, мобільне 3D сканування тіла дозволяє споживачам відразу визначити, як одяг їм підійде [48].

Рітейлер, у свою чергу, може порівняти дані про споживача, що виходять далеко за рамки традиційного розміру коміра, розміру грудей та довжини рукава, щоб увімкнути сотні вимірювань, які становлять докладні розміри конкретного предмета одягу. У міру того, як споживачі використовують мобільні пристрої для сканування тіла, щоб збільшити розмір онлайн-покупок, роздрібні продавці можуть збирати додаткові дані, щоб краще розуміти форму тіла та створювати більш відповідний одяг, знижуючи відсоток повернення продукції завдяки рішенням для примірки одягу з доповненою реальністю. Протягом наступних п'яти років, коли імерсійні технології, такі як AR, VR та MR, стануть широко поширеними, досвід віртуального одягання буде мати майбутнє віртуальних покупок та вводити абсолютно нові відносини для взаємодії з брендом [16].

#### Робототехнічні конструкції для виробничого цеху

Роботи традиційно ідеально підходили для виконання втомливих повторювальних завдань на складальних лініях на заводах. Однак останні досягнення забезпечили роботів пам'яттю та гнучкістю, що зробило їх легко

програмованими та здатними до спільної роботи. Йдеться не про скорочення посад, а про те, щоб зробити працівників ефективнішими, а також забезпечити безпеку людей, замінивши їх у небезпечних локаціях, де роботи можуть виконувати необхідну роботу.

Звісно, роботи у виробництві одягу не обійшлися без проблем. Наприклад, розкрій тканини за допомогою робототехніки був можливий протягом багатьох років, але шиття було складнішим, оскільки роботи не ідеальні для певних тканин, таких як, наприклад, тканини в складку або еластичні тканини.

Деякі компанії, такі як SoftWear Automation, розробили «швейних роботів», оснащених роботизованими руками та вакуумними захватами, які можуть дуже точно спрямовувати шматок тканини через швейну машину, знижуючи витрати та прискорюючи процес.

Всього два роки тому робототехнічний стартап Sewbo запустив робота, здатного шити футболку без втручання людини, використовуючи водорозчинні субстанції, що зміцнюють, перетворюють тканину на матеріал, схожий на картон.

Зі свого боку, Nike з 2013 року виготовляє взуття в рамках робототехнічного стартапу Grabbit, який використовує електроадгезію, щоб допомогти машинам маніпулювати об'єктами.

### Цифрові фабрики

У міру того, як компанії впроваджують інноваційні технології, цифрові фабрики трансформують виробництво одягу. Провідні виробничі компанії оцифровують своє виробництво та ланцюжки поставок. Вони впроваджують ключові технології, включаючи аналітику великих даних, наскрізне планування в реальному часі, автономні системи та збільшення числа працівників. Ці технології дозволяють компаніям виробляти продукти з високим ступенем індивідуальності та досягати значної ефективності [56].

Заводи майбутнього будуть повністю автоматизовані з конструкціями, що самовідновлюються і самообслуговуються. Що вимагає мінімального втручання людини. Вони дозволять проводити предикативну аналітику та самодіагностику. За

допомогою обробки та аналізу даних у режимі реального часу повністю інтегровані розумні заводи забезпечать високоточний огляд усіх етапів виробничого процесу.

Одним із стратегічних методів оцифрування є підхід Digital Twin. За допомогою Digital Twin виробничі процеси можуть бути відтворені на цифровій платформі у віртуалізованому середовищі [61]. Цифрові двійники можна використовувати для тестування нових технологічних рішень для заводів без накладних витрат. У довгостроковій перспективі може мінімізувати виробничі витрати.

### 3D-дизайн, друк та масова кастомізація

По всьому світові бренди вивчають, як 3D-друк може допомогти їм виробляти товари за запитом та створювати нові можливості для персоналізації. Це стало зростаючою потребою, оскільки конкурентоспроможність все більше і більше полягає у швидкій та своєчасній доставці продуктів, адаптованих до смаків та потреб клієнтів.

Існують нові технології 3D-рендерінгу, такі як CLO, які дозволяють брендам редагувати проекти в реальному часі та миттєво переглядати зміни. Це може допомогти покращити якість дизайну за рахунок перевірки силуету та більш швидкого припасування в процесі розробки, зводячи до мінімуму непотрібні відходи та помилки у зразку перед остаточним доопрацюванням.

Ще одним з таких ресурсів є EFI Optitex, який значно покращує дорогий і тривалий процес пошуку підходящого припасування, беручи основні компоненти дизайну, такі як технічні рисунки та викрійки, які трансформуються в змодельовані 3D-візуалізації, які дозволяють вирізати, послабляти припасування і робити всі необхідні коригування у режимі реального часу.

Крім того, 3D-друк широко використовується для виробництва на вимогу. Від взуття Adidas, надрукованого на 3D-принтері, до бренду одягу Ministry of Supply, який використовує вбудований у магазин 3D-принтер, який безпосередньо на місці створює індивідуальні трикотажні вироби. Крім того, друк одягу на вимогу скорочує відходи тканини приблизно на 35%.



Цифрове в'язання також змінює індустрію одягу, роблячи великі успіхи. Воно не тільки демонструє неймовірні досягнення в області 3D-друку, але й пропонує низку додаткових можливостей налаштування. Наприклад, такі бренди, як австралійський модний лейбл Shima Seiki, можуть перетворити конуси пряжі на повноцінний безшовний одяг менш ніж за годину, а Ze-Nit створює міський одяг, зв'язаний цифровим способом, що дозволяє розміщувати функціональні та корисні функції там, де тілу це найпотрібніше [17].

### Оцифровка

Починаючи з концепції Індустрії 4.0 (Industry 4.0 — провідний тренд «Четвертої промислової революції»), яка відбувається на наших очах. Це повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в режимі реального часу і з урахуванням мінливих зовнішніх умов [18]), компанії взуттєвої промисловості, як і багатьох інших галузей, перебувають у процесі трансформації. Питання про те, як зробити виробничу лінію швидше, гнучкіше, економічніше, ефективніше і якісніше з цифровим інтегрованим наскрізним ланцюжком створення вартості, завжди має першорядне значення в плані стратегічного зростання компаній у цій галузі [60].

Цифровий інтегрований наскрізний ланцюжок створення вартості – це весь процес, від збирання попиту до виробництва, доставки, рівня запасів, руху грошових коштів або навіть просування продажів через цифрові платформи, який може керуватися цифровим і цілісним чином в режимі реального часу за допомогою підтримки нових технологій електронного зв'язку, таких як ІоТ (англ. Internet of Things - Інтернет речей) або Big Data і т.д. [59].

### Інновації

Різниця в конкурентоспроможності кожної компанії виразно проглядається через кризу. Covid-19 разом з іншими глобальними кризами кинув виклик усім компаніям взуттєвої промисловості [47].

У виробництві взуття за допомогою LCA (англ. Life cycle analysis - Аналіз життєвого циклу) було підтверджено, що ефективність виробництва підвищується за рахунок спрощення через інновації та скорочення виробничих процесів, і це

прямо впливає на екологічну стійкість. Однак, як можна впроваджувати інновації для масового виробництва, коли зростає індивідуальний попит на взуттєву продукцію? Щоб розібратися в цьому, фахівці взуттєвої промисловості думають про «Цифрові фабрики», які автоматично керуватимуться роботами та диференціюватимуть продукцію за допомогою технології 3D-друку (адитивне виробництво). Як згадувалося раніше, ці інновації пов'язані з прискоренням тенденцій оцифровки [19].

Отже, було проведено дослідження новітніх технологій для екологічно стабільного виготовлення одягу та взуття. До них входять технології, які покращують процес виробництва за допомогою віртуального 3D-семплінгу, робототехнічних конструкцій для виробничого цеху, цифрових фабрик та інновацій. Також новітні методи покращили індивідуальне виробництво шляхом автоматизації та моди на вимогу, мобільного сканування тіла та ноги, віртуального перевдягання та 3D-дизайну.

#### **1.4. Дослідження основних технологій та принципів 3D друку взуття**

3D-друк взуття був, ймовірно, найпершим додатком, який порушив уяву ширшої демографічної групи людей, представивши ідею готових продуктів, надрукованих на 3D-принтері. Понад десять років тому провідці, дизайнери та художники на чолі з Янне Кіттаненом (Янне Кіттанен - фінський художник-концептуаліст, дизайнер, підприємець та інвестор, найбільш відомий своїми роботами в галузі дизайну для 3D-друку. Він був засновником Freedom of Creation, новаторської агенції, що спеціалізується на дизайні для 3D-друку. Проекти Янне були представлені в журналі TIME «Design 100», люди та ідеї, що стоять за найвпливовішими дизайнами у світі [20]) експериментували з 3D-друком взуття на багатьох рівнях, використовуючи різні технології, з початку 2010-х років (деякі навіть раніше). У той же час використання 3D-друку для прототипування взуття є практикою у взуттєвій промисловості, що добре зарекомендувала себе, і останнім часом переживає бум в Азії, так само як і використання АМ (англ. Additive

Manufacturing – адитивне виробництво, технології) для виготовлення форм, моделей і навіть колодок, що використовуються у виробництві деталей для взуття.

Однак тільки недавно технології АМ стали досить продуктивними та економічно ефективними, щоб забезпечити масове виробництво доступних кінцевих продуктів [45]. Фактично, міжпідшви — це перший споживчий продукт, який вже сьогодні виробляється масово, тоді як устілки — це перший продукт, який — певною мірою — піддається масовому замовленню. Ці дві основні тенденції, які, поряд зі стрімким впровадженням адитивних технологій у прототипування та виробництво прес-форм, стануть ключовими елементами, що рушать галуззю в найближчому майбутньому, оскільки 3D-друк пробивається на світовий ринок взуття вартістю 400 мільярдів доларів.

Виручка світової взуттєвої промисловості у 2018 році склала близько 260 мільярдів доларів, і очікується, що протягом наступних десяти років вона зростатиме приблизно на 4% на рік і до 2029 року становитиме близько 400 мільярдів доларів. Сегмент є зрілим і неухильно зростає, оскільки сотні мільйонів людей світу, особливо в країнах з економікою, що розвивається, тепер можуть дозволити собі якісне взуття.

В рамках цього сценарію очікується, що АМ відіграватиме дедалі важливішу роль у кількох напрямках. До них відносяться більш широке впровадження в сегментах, де поєднані переваги АМ, таких як прототипування та непряме виробництво (тобто 3D-друк форм та виливків для виробництва форм), а також посилення автоматизації для масового виробництва взуття та інших взуттєвих виробів [62].

#### Ключові тенденції 3D-друку взуття

Тенденції, які підштовхують взуттєву промисловість до ширшого впровадження адитивного виробництва, в першу чергу пов'язані з ідеєю макротенденції, що лежить в основі – посилення персоналізації всіх споживчих товарів, від автомобілів до ювелірних виробів [57]. Сьогодні це все ще знаходиться на дуже ранній стадії, коли бренди — а отже, і однаковість — як і раніше, вважаються більш цінними, ніж товари, виготовлені на замовлення. Молоде та

майбутні покоління тепер починають більше цінувати продукти, виготовлені на замовлення, особливо коли вони стають справді доступними.

У той же час, АМ також просуває ідею підвищення рівня автоматизації за рахунок подальшої цифровізації нинішнього трудомісткого процесу виготовлення взуття. Коли ці дві тенденції – кастомізація та цифрова автоматизація – об'єднуються, вони відкриють макротренд масової кастомізації. Очікується, що взуття стане одним із перших сімейств споживчих товарів, де відбудеться цей перехід.

#### Масові індивідуальні ортопедичні устілки та сандалії

Першими взуттєвими виробами, виробленими методом адитивного виробництва, стали ортопедичні устілки. Це устілки для взуття, черевиків і навіть виробів спортивного взуття, які забезпечують підвищений комфорт, ідеально адаптуючись до геометрії стопи та ходи користувача. Еволюція основних продуктів для устілок призвела до того, що ряд компаній представили ортопедичні устілки з 3D-друком, що забезпечують ще більш точну та ефективну підтримку, або спеціальні сандалі створені за допомогою 3D-друкування [52].

#### Підошви серійного виробництва

Міжпідшви стали одним із найбільш значних випадків масового виробництва за допомогою адитивного виробництва. Після низки спроб та експериментів у галузі Науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (далі – НДДКР) Adidas та Carbon (Carbon – компанія, що займається технологіями 3D-друку, що допомагає підприємствам розробляти якісніші продукти та виводити їх на ринок за менший час) розробили робочий процес для економічного 3D-друку сотень тисяч міжпідшв для взуття. В даний час вони використовують ґратчасту геометрію (конструкції з прямолінійних стрижнів, скріплених між собою вузловими з'єднаннями), оптимізовану для АМ, але в майбутньому вони також можуть інтегрувати певний ступінь налаштування.

#### Обмежені випуски

У той час як багатосерійне виробництво залишається довгостроковою метою, дрібносерійне виробництво обмежених серій стає все більш можливим завдяки

АМ. Це відбувається як за рахунок прямого адитивного виробництва кінцевих деталей взуття, так і за рахунок прискорення традиційних робочих процесів за рахунок додавання адитивного виробництва для більш швидкого та економічного прототипування та виготовлення прес-форм.

Серійно вироблені верхи взуття

Декілька великих фірм також працюють над впровадженням технологій 3D-друку у виробництво верху взуття, яке є найбільш трудомістким у всьому робочому процесі виробництва взуття. Зазвичай це досягається за рахунок екструзії поліуретанових матеріалів поряд із автоматизованим процесом в'язання чи різання текстилю.

Швидке прототипування та формування

Нарешті, слід завжди враховувати, що в короткостроковій та середньостроковій перспективі адитивне виробництво використовується як ключова технологія для отримання більш швидких та економічних прототипів та інструментів (у взуттєвому сегменті цей сегмент включає форми, моделі та колодки), щоб використовувати у традиційних процесах виробництва взуття [21].

Чому взуттєва промисловість використовує 3D-друк?

В даний час 3D-друк тісно інтегрований з технологічним ланцюжком виробництва взуття, від проектування нового взуття, розробки та виробництва прес-форм для взуття до кінцевого виробництва компонентів взуття, таких як устілки, підошви та верхні частини взуття, включених до технології 3D-друку.

У виробництві кінцевого продукту спортивного взуття 3D-друк міжпідошви взуття привертає увагу всесвітньо відомих брендів спортивного взуття своїми інноваціями в дизайні, продуктивності, зовнішньому вигляді та виробничому ланцюжку постачання. Він перетворився на нове покоління технології виробництва міжпідошви взуття. У той же час дослідження в області 3D-друку верху взуття також перебувають у стадії активного розвитку та вже вступили до ранньої стадії комерціалізації дрібносерійного виробництва. Поступовий розвиток диверсифікованих технологій 3D-друку для підошв та верху взуття забезпечує можливість досягнення повного адитивного виробництва взуття – 3D-друку.

Виробники взуття за допомогою технології 3D друку ефективно знижують виробничі витрати. Виробництво стає більш точним і збалансованим, так як дизайнер не буде звертати увагу на міжлекальні відходи, тощо.

Які технології та матеріали 3D-друку використовуються у взуттєвій промисловості?

Взуття для 3D-друку в розібраному вигляді - це "3D-дизайн" + "друк взуття", з процесу та функції двох напрямків до виготовлення такої відмінності. Процес можна розділити на FDM (англ. Fused Deposition Modeling – Моделювання методом наплавлення), DLP (англ. Digital Light Procession – Цифрова обробка світла) та SLS (англ. Selective Laser Sintering – Селективне лазерне спікання).

FDM – це технологія 3D-друку, розроблена після процесів LOM (англ. Laminated object manufacturing – Виготовлення об'єктів методом ламінування) та SLA (англ. Stereolithography – Стереолітографія). Наплавлення, іноді зване наплавленням ниток, нагріває та розплавляє волокнистий термоклей (зазвичай АБС-пластик (Акрилонітрилбутадієнстирол – термопластичний листовий матеріал) або PLA-пластик (англ. Polylactic acid – Полілактидна кислота – біорозкладний термопластичний полієфір)) та видавлює матеріал через екструдер з мікротонким соплом. Матеріал, що використовується для устілок, виготовлених за технологією 3D-друку FDM, є м'яким пластиком – ТПУ (Термополіуретан).

DLP – це цифрова обробка світла. Тобто сигнал зображення обробляється у цифровому вигляді, а потім світло проектується назовні та на основі цифрового мікродзеркального елемента, розробленого Texas Instruments – DMD (англ. Digital Micromirror Device – Цифровий мікродзеркальний елемент) для завершення технології відображення візуальної цифрової інформації. Основний принцип полягає в тому, що цифрове джерело світла знаходиться у вигляді поверхневого світла на поверхні рідкої світлочутливої смоли для пошарового проєкційного затвердіння формування. Матеріал для 3D-друкованих устілок, виготовлених за допомогою DLP, переважно є полімерний еластичний матеріал.

SLS було вперше запропоновано Ч. Р. Дечардом з Техаського університету в Остіні в 1989 році в його магістерській дисертації і в даний час є дуже зрілою

технологією 3D-друку. В процесі SLS використовується порошкоподібний матеріал і притискний ролик, за допомогою якого шар порошку укладається рівно на верхню поверхню формованої деталі і відбувається сам процес селективного спікання. Система ЧПУ (Числове програмне керування) сканує лазерний промінь, дотримуючись контурів поперечного перерізу шару, щоб довести температуру порошку до точки плавлення, таким чином спікаючи і зв'язуючи з формованою деталлю нижче [22].

Взуттєві компанії по всьому світу представляють все більше і більше взуття, виготовленого з використанням адитивних технологій. Найбільш яскраві приклади наведені нижче [58].

#### Кросівки Adidas та Carbon 4DFWD для бігу

Adidas підтвердив свою репутацію новатора в взуттєвій індустрії, випустивши модель 4DFWD, останню версію співпраці з компанією-виробником 3D-принтерів Carbon. З моменту випуску свого першого 3D-друкованого взуття в 2017 році, Futurecraft 4D, «проміжна підошва», що амортизує, була музою Adidas, що вважається ключовим моментом, навколо якого обертається комфорт власника. 4DFWD демонструє перспективне поєднання нових розробок.

Призовою якістю різноманітних експериментів Adidas із взуттям, надрукованим на 3D-принтері за останні п'ять років, стала інтеграція революційної смоли Carbon EUP 41, матеріалу з еластомірними властивостями, що забезпечує широкий спектр властивостей, від жорсткості до гнучкості. Роблячи наступний крок вперед, 4DFWD використовує новітнє втілення матеріалу, EPU 44 — «жорсткіший, високоеластичний» і «стійкіший еластомер», згідно з оголошенням Carbon. Друкуючи з більш високою швидкістю, ніж EPU 41, і вимагаючи менше матеріалу для порівняних областей застосування, EPU 44 пропонує більш ефективно задоволення споживчого попиту, в той час як його 40-відсотковий склад на біологічній основі забезпечує його придатність для ринку, який все більше і більше переймається довкіллям. У міру того, як компанія Carbon дедалі більше відточує свій еластомер, можливості для створення високоякісного взуття продовжують зростати.

Гратчаста структура проміжної підошви Adidas є ще однією її унікальною властивістю, що пропонує неоціненну перевагу налаштування і, отже, індивідуального налаштування. Зважаючи на особливі анатомічні вимоги стопи, а також вплив, що робиться під час бігу, гратчаста структура 4DFWD у формі «метелика» ретельно варіюється від передньої частини стопи до п'яти, забезпечуючи найкращі можливі результати вправ: взуття взаємодіє з бігуном. «Індивідуалізація» справді була домінантною перевагою 3D-друку у взуттєвій промисловості протягом деякого часу, New Balance у співпраці з HP Inc. не лише для спортивних цілей, а й для повсякденної ходьби. Прийняття Adidas гратчастих структур Carbon виявляється перспективним у міру розвитку цього підрозділу взуття AM.



Рис. 1.4.1. Кросівок 4DFWD колаборації Adidas та Carbon. Фото - Adidas

#### "Cryptide Sneaker" компанії Sintratec

Унікаючи функціональності в царстві фантастичного, «Cryptide Sneaker» (англ. cryptid – вимерлий) Стефана Хенріха захоплює творчі здібності, які пропонують технології AM, розроблені таким чином, що кожен крок власника залишає відбиток на землі в стилі загадкової «зниклої» істоти – наприклад «Снігової людини». Використовуючи можливості лазерного спікання системи Sintratec S2, персоналізація знову стає ключовою особливістю продукту, надрукованого відповідно до індивідуальної анатомії власника, поєднуючи



надприродне, але захоплююче поєднання нетрадиційних візуальних ефектів та ергономічного комфорту.



Рис. 1.4.2. "Cryptide Sneaker" компанії Sintratec. Фото - Sintratec

Взуття Генріха повністю складається з термопластичного еластомеру, тому виробничі потужності повністю перейшли в руки АМ. Справді, Sintratec не самотня у відкритті цієї нової області. Наприклад, співпраця Зеллерфілда та Херона Престона у 2021 році призвела до створення їхнього взуття HERON01, виробництво якого також повністю пов'язане з 3D-друком у конструкції на основі ТПУ. Величезною перевагою виробництва з використанням цього методу у разі HERON01 є створення продукту, що повністю переробляється.



Рис. 1.4.3. Взуття HERON01, плід співпраці Зеллерфілда та Херона Престона [24]

Проект Хенріха перетворює звичайне на міфологічне — подібно до того, як такі інноваційні розробки залишають свій слід в історії АМ, значення надається кожному кроку власника «Cryptide».

Сандалії A-POC ABLE від Іссея Міяке та 'Type-III Magarimono Project' від Magarimono

У той час як створення взуття, повністю роздрукованого на 3D-принтері, має реальну силу як захоплюючої нової можливості, сандалі Іссея Міяке та Magarimono «Type-III Magarimono Project» буквально влітають нове значення у співпрацю між людиною та машиною у виробництві.



Рис. 1.4.4. 'Type-III Magarimono Project' – спільна робота Іссея Міяке та Magarimono. Фото – Issey Miyake Inc.

Взявши багату історичну тему та відобразивши її через сучасну лінзу, взуття черпає натхнення в японських дзорах, сандалях на ремінцях, які традиційно виготовляються із матеріалів ручного плетіння, таких як рисова солома. Міяке, завжди новаторська фігура в індустрії моди, працював разом з дизайнером Magarimono, чия колекція «Originals» 2020 року представила перші повністю надруковані на 3D-принтері кросівки для японського ринку. Завдяки їхнім спільним зусиллям з'явився "Type-III Magarimono Project" - сандалії, що складаються з надрукованої на 3D-принтері підошви, в яку вручну вплетені шнури для створення м'якої основи. Людський внесок тут працює у тандемі з машинним

керуванням, усуваючи побоювання, що присутність 3D-друку в індустрії моди може стерти цінне почуття любові та турботи дизайнера, вплетених у такі умовно «ручні» речі. Міяке і Magarimono відводять розповідь від битви між новим і старим, натомість досліджуючи можливості гармонійного співіснування, два методи, об'єднані в продукт, що дозволяє процвітати переваги обох. Сандалії Міяке і Magarimono буквально та метафорично поєднують технологічність та ручну роботу.

#### Черевики для альпінізму ATHOS, від Sculpteo та HP

Взуття, пов'язане зі спортом, останні кілька років значною мірою зайняло центральне місце у пошуку інноваційних рішень АМ у взуттєвій промисловості, про що свідчить постійне зростання Adidas у цій сфері; Продовжуючи цю тенденцію, у 2022 році було створено перше взуття для альпінізму, надруковане на 3D-принтері.



Рис. 1.4.5. Черевики для альпінізму ATHOS, від Sculpteo та HP. Фото –  
ATHOS

ATHOS, стартап з виробництва одягу, що базується в Барселоні, об'єднався з технологією HP Multi Jet Fusion (MJF) разом із сервісним бюро 3D-друку Sculpteo, визначаючи ринок, який протягом багатьох років щосили намагався надати клієнтам адекватний продукт. Величезний дискомфорт, типовий для скелелазного взуття, досі широко приймався як нормальне явище, незважаючи на те, що він часто

є каталізатором травм та навіть хронічної деформації спортсменів, які їх носять. Нерідко альпіністи у пошуках безпеки надійного зчеплення носять взуття на 3 розміри менше, ніж їхня справжня посадка. Тим не менш, ATHOS пропонує рішення, що ще більше підвищує цінність індивідуального налаштування. Процес замовлення взуття починається у додатку ATHOS, що дозволяє клієнтам самостійно сканувати свої ноги за допомогою мобільного пристрою, а потім пропонувати їм можливість подальшого налаштування свого продукту відповідно до їхнього конкретного способу лазання, який вони часто використовують. Потім корпус взуття друкується з використанням матеріалу Forward AM Ultrasint TPU01, спеціально розробленого для принтерів HP серії 5200 MJF, матеріалу, що демонструє вражаючу еластичність, необхідну для непередбачуваної місцевості, з якою стикається альпініст.

За даними епідеміологічного дослідження 2013 року, проведеного Американською медичною асоціацією ортопедів, взуття ATHOS приносить втіху 86 відсоткам альпіністів, які страждають на ускладнення зі стопами. Вони обіцяють відновити контроль спортсмена над своїм тілом, перенаправляючи увагу від внутрішнього дискомфорту чи болю до зовнішніх відчуттів гір, які вони перетинають.

Nike x ACRONYM – надруковані на 3D-принтері накладки на п'ятки

Хоча основна частина взуття сама по собі значною мірою не включає матеріали, надруковані на 3D-принтері, кожен кросівок поставляється з двома знімними затискачами для п'яток із ТПУ, а також можливістю незалежного завантаження та 3D-друку файлів, що містять додаткові конструкції затискачів для п'яток.



Рис. 1.4.6. Кліпси на п'ятки від Nike x ACRONYM [25]

Хитра і смілива колекція кліпсів демонструє, як адитивне виробництво може «додати» ще раз до вже існуючих артефактів інноваційними способами. Крім цього, ще кілька художників з ентузіазмом запропонували свої власні проекти, серед яких популярна робота арт-директора les83machines, натхненна популярним мультсеріалом Neon Genesis Evangelion. Тема індивідуального налаштування, про яку йдеться у цій статті, набуває тут іншого відтінку, переходячи від анатомічної настроюваності до вираження естетичних переваг.

Винахідливість Nike x Acronym Blazer Low полягає у ефекті доміно, що спонукає до подальшого використання 3D-друку як засобу творчості. Як і раніше ставлячи АМ в центр свого успіху, незважаючи на те, що саме взуття втілює «класичний» стиль кросівок, одна пара взуття пропонує чистий аркуш, на якому його власник може створювати і друкувати скільки завгодно [23].

### **Інноваційне виробництво взуття**

У той час як виробництво взуття традиційно є дуже ручним процесом, ЕССО працює над впровадженням інноваційних технологій у своє виробництво, збільшуючи автоматизацію та оптимізуючи процеси розробки.

Однією з інновацій став процес прямого впорскування (англ. direct injection process – DIP), який надав ЕССО безліч переваг, включаючи ефективність та

надійність при кріпленні верхньої частини взуття до проміжної підошви. Продовжуючи впроваджувати інновації у виробництво взуття та DIP, ЕССО співпрацює зі Stratasys, використовуючи 3D-принтер Origin One компанії та запатентовану технологію P3 на своїх дослідно-конструкторських підприємствах у Португалії та Данії.

ЕССО використовує цю технологію для друку форм та взуттєвих колодок з метою розробки, що відповідає вимогам якості алюмінієвих аналогів, виготовлених на верстатах з ЧПУ (Числове програмне керування). ЕССО виграє від швидшого виробництва та економії коштів за рахунок використання технології 3D-друку Stratasys.

Їх інноваційний підхід до розробки взуття та прагнення зробити досвід клієнтів пріоритетом зробили адитивне виробництво логічним наступним кроком у еволюції процесу розробки взуття. У пошуках відповідного партнера ЕССО протестували різні 3D-принтери щодо якості поверхні, швидкості друку і точності. Серед протестованих принтерів Stratasys Origin One був 3D-принтером, який найкраще відповідав суворим вимогам [26].

Stratasys уклала партнерську угоду з постачальниками матеріалів для тестування різних смол, які б задовольняли потреби ЕССО, вибравши склад з Henkel Loctite 3D Printing, який був розроблений для задоволення конкретних вимог процесу DIP. Поєднання технології 3D-друку Stratasys Origin One та нестандартних матеріалів Henkel дало ЕССО можливість створювати форми для взуття, які витримують тисячі пострілів без видимої деградації. Крім того, якість взуття, виробленого з використанням технології адитивного виробництва, не поступається якістю взуття, виготовленого з використанням традиційних алюмінієвих форм з ЧПУ.

Завдяки 3D-друку DIP-форм замість їхньої механічної обробки можна надрукувати одну пару вкладишів для прес-форм за ніч, що значно економічніше, ніж пара форм, виготовлених на верстаті з ЧПУ на власному підприємстві. Це дозволяє дизайнерам та розробникам тестувати функціональне взуття на більш ранніх етапах циклу розробки, що дозволяє командам розробників підтверджувати

придатність та зручність нових стилів. Крім того, брендovanі клієнти можуть з більшою легкістю передавати справжнє серійне взуття у більшій кількості варіантів своїм потенційним клієнтам для зворотного зв'язку та можливостей передпродажу на ранніх етапах процесу виготовлення взуття. Нарешті, тепер ЕССО може швидко виготовляти вкладиші для прес-форм там, де вони потрібні, усуваючи необхідність у доставці прес-форм із важкого металу, знижуючи витрати та зводячи до мінімуму ризик затримок доставки чи тарифів [27].

Отже, розглянуто основні технології та принципи 3D друку взуття, а також ключові тенденції 3D-друку, які включають масові індивідуальні ортопедичні устілки та сандалії, підошви серійного виробництва, обмежені випуски, серійно вироблені верхи взуття та швидке прототипування та формування. Розглянуто причини використання взуттєвою промисловістю 3D-друку, а також технології та матеріали для 3D-друку взуття і найяскравіші моделі взуття з використанням адитивних технологій.

### **1.5. Характеристика апсайклінгу як однієї з основних екологічних методик повторного використання виробів**

Швидка мода стала каталізатором проблеми, яка давно назрівала у текстильній промисловості. За останні 15 років виробництво одягу збільшилося приблизно вдвічі завдяки зростанню населення середнього класу в усьому світі та збільшенню продажів на душу населення у країнах із розвинутою економікою. Швейна промисловість поступається лише нафтовій промисловості, коли йдеться про забруднення навколишнього середовища, і це не залишилося непоміченим сьогodнішнім екологічно свідомішим поколінням. Якщо раніше використання старого, поношеного чи старого одягу вважалося «дешевим», то тепер це розглядається як відданість принципам сталого розвитку [46].

Один із способів, за допомогою якого люди стають «зеленішими», — переробка одягу, і це стає настільки популярним, що тепер це окрема галузь.

Апсайклінг одягу - це переробка старого, зношеного або пошкодженого одягу і перетворення його на щось нове. Одяг, який більше не підходить, порваний, забруднений або іншим чином пошкоджений, може бути перероблений у новий продукт. Апсайклінг, який також називають одягом з новою метою, повторно використовуваним одягом і переробленим одягом, стає все більш популярним у сучасній індустрії моди.

Різниця між апсайклінгом та ресайклінгом

Слід зазначити, що апсайклінг відрізняється від ресайклінгу.

Апсайклінг - це повторне використання однієї і тієї ж тканини і перетворення її на щось інше. Переробка спричиняє руйнування матеріалів, перш ніж вони будуть перетворені на щось інше. Зазвичай це робиться двома способами; механічно та хімічно.

Механічна переробка - це подрібнення тканини, наприклад, бавовни або вовни. Потім отримане волокно вплітається у нову тканину.

Хімічна переробка це коли тканина обробляється хімічною речовиною, а потім розчиняється. Отримане волокно можна змішати з іншими волокнами, щоб зробити нову тканину.

Ресайклінг використовує багато ресурсів і, у випадку хімічної переробки, використовує шкідливі речовини для створення чогось нового. Апсайклінг не такий шкідливий для довкілля і використовує інші природні ресурси.

Нинішня модель швейної промисловості надзвичайно марнотратна та сильно забруднює довкілля. На даний момент, за оцінками спостерігачів, на текстильну промисловість припадає близько 10% глобальних викидів — більше, ніж судноплавство та авіаперевезення разом узяті. За оцінками Світового фонду дикої природи, для виробництва однієї кілограми бавовни потрібно 20 000 літрів прісної води; вистачить на пару джинсів та футболку. А враховуючи, що на сільське господарство припадає 70% всього споживання прісної води, ми можемо очікувати на кардинальні зміни в галузі в найближчі 10-20 років. Промисловість в основному є конвеєрною стрічкою, яка споживає величезну кількість ресурсів і створює одяг, який носять лише швидкоплинний час, а потім викидають на звалище. Апсайклінг



одягу - це спосіб уникнути повторюваних відходів і шкоди навколишньому середовищу [35].



Рис. 1.5.1. Ілюстрація різниці між ресайклінгом (зліва) та апсайклінгом (справа)

В підрозділі проведено аналіз характеристики методу вторинного використання одягу апсайклінгу, проведено порівняльну характеристику з іншим методом повторного використання ресайклінгу та визначено переваги апсайклінгу перед ресайклінгом.

## Висновки до розділу 1

1. Досліджено новітні екологічні матеріали для виготовлення одягу та взуття та один з напрямків екологічного виробництва - використання екологічних, перероблених та біорозкладних матеріалів у взутті. Розглянуто такі основні екологічно стабільні матеріали, як перероблені шини, ананас, бамбук, пробка, органічна бавовна та перероблений пластик.

2. Досліджено використання адитивних технологій та новітніх методик для покращення екологічного сліду виробництв одягу та взуття, а саме розкрій викрійки з нульовими відходами, віртуальний 3D-семплінг, особливі конструкції та матеріали, які продовжують термін служби виробів, 3D-друк, нові методи фарбування, штучний інтелект для аналізу зображень та прогнозування тенденцій, а також мобільне сканування тіла.

3. Проведено дослідження новітніх технологій для екологічно стабільного виготовлення одягу та взуття. До них входять технології, які покращують процес виробництва за допомогою віртуального 3D-семплінгу, робототехнічних конструкцій для виробничого цеху, цифрових фабрик та інновацій. Також новітні методи покращили індивідуальне виробництво шляхом автоматизації та моди на вимогу, мобільного сканування тіла та ноги, віртуального перевдягання та 3D-дизайну.

4. Розглянуто основні технології та принципи 3D друку взуття, а також ключові тенденції 3D-друку, які включають масові індивідуальні ортопедичні устілки та сандалії, підошви серійного виробництва, обмежені випуски, серійно вироблені верхи взуття та швидке прототипування та формування. Розглянуто причини використання взуттєвою промисловістю 3D-друку, а також технології та матеріали для 3D-друку взуття і найяскравіші моделі взуття з використанням адитивних технологій.

5. Проведено аналіз характеристики методу вторинного використання одягу апсайклінгу, проведено порівняльну характеристику з іншим методом повторного використання ресайклінгу та визначено переваги апсайклінгу перед ресайклінгом.

## РОЗДІЛ 2 ДИЗАЙНЕРСЬКА ПРОПОЗИЦІЯ

### 2.1 Стильова направленість і призначення колекції розроблюваного взуття та одягу. Основна ідея, концепція, що лягла в основу колекції.

Основною ідеєю колекції стала Артеміда – богиня полювання, лісів та пагорбів, місяця, стрільби з лука.

Грецька міфологія наповнена шановними богами та богинями, які продовжують надихати. Артеміда відома як богиня полювання і є одним з найшановніших давньогрецьких божеств. Вважається, що її ім'я та навіть сама богиня можуть брати походження з часів до Давньої Греції. Вона була дочкою Зевса, царя богів, і титаніси Літо, і вона має брат-близнюк, бог Аполлон.



Рис. 2.1. Артеміда як мисливиця, класична скульптура; у Луврі, Париж

Мало того, що Артеміда була богинею полювання, вона також була відома як богиня диких тварин, дикої природи, дітонародження та цноти. Крім того, вона була захисницею маленьких дітей і, як відомо, викликала та полегшувала хвороби у жінок. У літературі та мистецтві її зображували мисливцем із луком та стрілами.

Артеміда була предметом багатьох творів мистецтва в Стародавній Греції та за її межами. Зазвичай її зображували молодою та красивою жінкою з луком та

стрілами. Як правило, вона носила туніку до колін і супроводжувалася різними тваринами. Її зображували разом із різними іншими символами, коли про неї говорили як про богиню місяця чи родючості. Наприклад, вона часто носила корону у вигляді півмісяця або стояла поряд із жінками та німфами.

Грецька богиня полювання була відомою незайманою дівчиною, яка захищала свою цнотливість за будь-яку ціну. Тому вона привернула увагу богів і людей по всій землі [36].

Отже, визначено стильову направленість і призначення колекції розроблюваного взуття та одягу. А також охарактеризовано основну ідею, концепцію, що лягла в основу колекції.

## **2.2. Обґрунтування вибору матеріалів та технологій виготовлення**

Для колекції одягу та взуття обрано два різних екологічно стабільних матеріали та методи.

Сьогоднішня реальність не дозволяє технології 3D-друку бути повністю екологічною. Різні дослідники показують, що ця технологія використовує велику кількість енергії, більшу за кількість, що використовується фрезерними та свердлильними верстатами. Дослідження (Проект Аткінса), проведене в Університеті Лафборо в Сполученому Королівстві, показало, що для виробництва одного і того ж об'єкта тієї ж ваги деякі процеси 3D-друку вимагають у 50–100 разів більше електроенергії, ніж машина для лиття під тиском.

Ще одним недоліком є сильна залежність від пластикових матеріалів для друку. Пластик загалом не вважається екологічно чистим матеріалом. Дослідження показують, що у промислових 3D-принтерах залишається значна кількість пластикового побічного продукту, який у більшості випадків не підходить для повторного використання.

Крім того, дослідження, проведене Брентом Стівенсом, показує, що випари друкарні, що виділяються при нагріванні пластику до високих температур, містять токсичні побічні продукти. Хоча рівні викидів були певною мірою нормальними —

близькими до рівнів при приготуванні їжі в приміщенні, дослідження демонструє необхідність подальшого вивчення.

Спостереження за екологічним статусом 3D-друку в порівнянні з усіма іншими виробничими процесами, особливо з масовим виробництвом, демонструє той факт, що технологія значно впливає на навколишнє середовище в порівнянні з традиційним виробництвом.

Понад те, коли ми розглядаємо весь життєвий цикл продукту; видобуток сировини, збирання, очищення, виробництво, збирання, використання, технічне обслуговування та закінчення терміну служби продукції — 3D-принтери демонструють значну перевагу перед традиційними машинами з погляду вуглецевого сліду. У виробництві 3D-принтери виробляють менше відходів, оскільки використовують трохи більше матеріалу, ніж необхідно для продукту, повністю виключаючи процес свердління, різання та фрезерування. Ще одна перевага 3D-принтерів досягається за рахунок скорочення етапів обробки та складання та усунення необхідності зберігання продуктів до та під час їх продажу, що з погляду традиційного виробництва сприяє надмірному використанню ресурсів.

Тим не менш, на сьогоднішній день все виробництво на початковому етапі (видобуток сировини) та на етапі утилізації пов'язане із сильним забрудненням навколишнього середовища. Багато шкідливі наслідки викликані методами, використовуваними для вилучення сировини, і багато енергії споживається лише отримання їх сировини.

На думку багатьох дослідників, дедалі небезпечніші методи видобутку використовуються для вилучення мізерних ресурсів нафти для виробництва пластикового матеріалу, що так широко використовується сьогодні. Транспортування, переробка та виробництво продуктів потребують додаткової енергії, відходів сировини та скидання токсичних відходів від самих процесів у повітря, землю та воду. Одним із найбільш очевидних та шкідливих наслідків є завершення життєвого циклу, коли продукти викидаються.

3D-друк прагне вирішити та виправити всі проблеми, властиві життєвому циклу продукції. Як згадувалося раніше, технологія полягає у її необмеженому потенціалі. Потенціал цієї технології дозволяє нам сказати, що 3D-друк буде продовжувати розвиватися та вдосконалюватися, її безперервний розвиток та вдосконалення у всіх аспектах, особливо з погляду екологічності 3D-друку.

Виробництво за допомогою 3D-друку на місці та за запитом скорочує загальні втрати енергії та знижує викиди вуглекислого газу. Витрати на складання, транспортування, логістику, технічне обслуговування та зберігання повністю або майже виключені. Вся ідея 3D-друку полягає в тому, щоб виробляти доступні продукти ефективним та дієвим способом, щоб вони були міцними, легкими (особливо вигідно при доставці) та мали практично нульовий рівень відходів. Основна увага приділяється високій якості, ефективності та малосерійному виробництву. Створені комп'ютером проекти допоможуть знизити витрати та покращити використання енергії та ресурсів, допомагаючи у розробці та ранніх стадіях виробництва нового продукту, а також усуваючи необхідність зберігання фактичних продуктів. Крім того, форма, функціональність, продуктивність та довговічність продуктів будуть значно покращені.

Ще однією перевагою є те, що виробництво повернеться до рук місцевих виробників. Це зменшить обсяги перевезень, авіап перевезень та потребу у складських приміщеннях, а також дозволить наголосити на індивідуалізації та високій якості.

А як щодо сильної залежності від пластику для виробництва та пов'язаних із цим проблем?

Це правда, що при нагріванні та плавленні пластику на етапі виробництва виділяються пари (летючий органічний вуглець) та ультратонкі частки, шкідливі для здоров'я. Однак люди, які стоять за технологією, ще раз доводять своє невпинне прагнення до екологічного виробництва 3D-друку, працюючи над обмеженням та усуненням ризиків за допомогою різних рішень для фільтрації та вентиляції, вбудованих у самі машини.

Одним з таких покращень є використання біорозкладаного пластику (PLA) на основі кукурудзи, який не тільки має значно менший ризик токсичних викидів, але й доводить перспективне екологічне майбутнє 3D-друку з точки зору етапу утилізації життєвого циклу продукту.

Крім того, 3D-принтери використовують пластик, але лише у настільних принтерах. Промислові 3D-принтери мають необмежені можливості друку з різних матеріалів, починаючи від металу, кераміки та закінчуючи матеріалами, подібними до дерева та скла. Доказом постійного прагнення до вдосконалення матеріалів є той факт, що в даний час вчені перебувають у тумані друку людських органів з використанням біочорнил, які містять клітини. Можливості безмежні [34].

Для виготовлення одягу було проаналізовано переваги та недоліки двох технологій повторного використання одягу – ресайклінгу та апсайклінгу [44]. Результати наведені в таблиці нижче.

Таблиця 2.2 Порівняння ресайклінгу та апсайклінгу

Ресайклінг	Апсайклінг
Ресайклінг вимагає відносно великої кількості енергії у своєму процесі через такі дії, як транспортування, очищення, сортування, плавлення, очищення, грануляція та екструдкування.	Апсайклінг споживає відносно мало енергії, так як задіяні процеси зазвичай включають тільки очищення та збирання/розбирання деталей.
Перероблені продукти, такі як пластик, зазвичай мають нижчу якість, ніж продукти, в яких використовуються первинні матеріали, через забруднення та неефективний розподіл.	Перероблені продукти зазвичай мають таку ж вищу якість, ніж продукти, в яких використовуються первинні матеріали.
Одним із аспектів ресайклінгу є рекуперація енергії, яка може виробляти токсичні відходи.	Апсайклінг виробляє значно менше токсичних відходів.

## Продовження таблиці 2.2

Процес ресайклінгу досить простий.	Процес апсайклінгу може бути дуже складним через надзвичайно різноманітний та несхожий характер відходів.
Ресайклінг може застосовуватися до ширшого кола матеріалів, таких як пластмаси, метали та папір, оскільки відходи можна розбити на простіші форми.	Область застосування апсайклінгу обмежена, оскільки відходи слід розглядати як вони є, а не як матеріали, з яких вони виготовлені.
Ресайклінг може здійснюватись у великих масштабах, оскільки існує налагоджена інфраструктура для збору, розбивки та повторного використання перероблених матеріалів.	Апсайклінг все ще знаходиться на слаборозвиненій стадії, і він має пройти довгий шлях з точки зору ланцюжка поставок, мереж і масового виробництва.
Більшість процесу ресайклінгу може бути автоматизована.	Апсайклінг складно автоматизувати, тому що нові продукти часто унікальні.
Існує готовий ринок для перероблених продуктів.	Продукти перероблені за допомогою апсайклінгу не так необхідні для комерційного виробництва, ті, що перероблені ресайклінгом.

За результатами дослідження було обрано апсайклінг як основну технологію у виготовлення комплекту одягу.

В підрозділі обґрунтовано вибір матеріалів та технологій виготовлення виробів, проаналізовано переваги та недоліки 3D-друку. Також розглянуто в порівнянні дві найуживаніші технологій вторинної переробки та визначено ту, що найбільш відповідає вимогам проєкту.



### 2.3. Обґрунтування обраних технологій та методів виготовлення взуття

Розуміння майбутнього персоналізації починається з розуміння технології. Протягом багатьох років єдиними вимогами для підбору відповідного взуття були довжина та ширина стопи. Звідти ви повинні були використовувати ці вимірювання, щоб знайти відповідний розмір стандартного взуття. Але наскільки добре це взуття насправді підходить? Підшви наших ніг є дуже складними поверхнями, які підтримують вагу нашого тіла в різних точках стресу і відрізняються від людини до людини. Коли ці точки стресу не підтримуються належним чином, результати можуть змінюватись від болю в ногах, стегнах, колінах і спині до хірургічного втручання.

Контури, що створюються поверхнею ваших ступнів, дуже важко виміряти за допомогою традиційних лінійок та рулеток. Крім того, як відтворити індивідуальну підшву, використовуючи вказані розміри? Для цього були створені 3D сканери, які можуть оцифрувати поверхню ваших підшв з високою точністю та швидкістю. Вони навіть фіксують колір та текстуру для додаткових варіантів дизайну. Робочий процес комбінується з програмним забезпеченням, яке дозволяє користувачеві зобразити необхідні дані у формі сітки, яка ідеально представляє складну геометрію підшви людини. Звідти користувач може експортувати програмне забезпечення САПР для подальшого проектування індивідуального взуття [31].

Використання 3D-ресурсів для моделювання форми виробів, спрощення процесу розробки виробів, оптимізації взаємодії дизайнерів та замовників вже широко застосовується у більшості галузей промисловості, у тому числі в індустрії моди.

Великі бренди, такі як Adidas, Reebok та New Balance, вже виробляють та продають взуття, надруковане на 3D-принтері. Тим не менш, використання 3D-друку насправді все ще дуже обмежене. Іноді можна побачити 3D-друкований одяг на модних показах, але поза магазинами. Хоча ця технологія змінює правила гри з

точки зору часу виробництва та ефективності, на створення простого одягу йде годинник. В результаті готовий продукт коштує досить дорого.

Однак у взуттєвій індустрії у 3D-дизайну великі перспективи. З одного боку, сама форма взуття обумовлює широке використання 3D-моделювання на різних етапах процесу проектування (проектування колодки, моделювання форми підошви та підборів, моделювання загальної форми взуття тощо). З іншого боку, використання 3D-прототипування взуття може стати реальним переходом до більш екологічної структури продукту.

Насамперед, 3D-технології дають можливість створювати форму однокомпонентного взуття, яке, наприклад, випускають Yeezy, Adidas, Croc`s та інші. Це взуття набагато легше переробляти чи утилізувати.

Крім того, форма традиційного шкіряного взуття також може бути покращена за допомогою 3D-прототипування. Наприклад, спроектувавши всі 3D-елементи дна, які зазвичай виготовляються з різних матеріалів, їх можна 3D-друкувати з різною щільністю заповнення, різною структурою сітки заповнення, різною товщиною перегородок тощо. Цей метод створення складної форми дна може значно збільшити можливість переробки взуття [32].

3D-друк - це процес, в якому використовується автоматизоване проектування або САПР для створення об'єктів шар за шаром. 3D-друк широко використовується в обробній та автомобільній промисловості, де інструменти та деталі виготовляються з використанням 3D-принтерів.

Оскільки можливості 3D-друку продовжують зростати, зростає і її цінність: за оцінками, до 2029 року індустрія 3D-друку досягне вартості 84 мільярди доларів. Це зростання означає, що ми зобов'язані взаємодіяти з продуктами – і навіть будинками та будинками – створеними за допомогою 3D-друку.

3D-друк використовує комп'ютерний дизайн для створення тривимірних об'єктів за допомогою методу нашарування. Іноді звана адитивним виробництвом, 3D-друк включає нашарування матеріалів, таких як пластмаси, композити або біоматеріали, для створення об'єктів, які різняться за формою, розміром, жорсткістю і кольором.

3D-друк також змінює сферу охорони здоров'я. У 2020 році пандемія COVID-19 захлеснула лікарні та збільшила потребу у засобах індивідуального захисту. Багато медичних установ звернулися до 3D-друку, щоб забезпечити своїх співробітників такими необхідними захисними засобами, а також деталями для ремонту апаратів ШВЛ. Великі корпорації, стартапи і навіть старшокласники з 3D принтерами відгукнулися на заклик. 3D-друк не тільки змінить способи виробництва ЗІЗ та медичного обладнання, а й спростить виробництво протезів та імплантатів.

Хоча 3D-друк не обов'язково новий, деякі досі запитують, що таке 3D-друк і як він працює. Ось посібник з розуміння 3D-друку.

3D-принтери використовують CAD для створення 3D-об'єктів різних матеріалів, таких як розплавлений пластик або порошки. 3D-принтери можуть бути різних форм і розмірів: від обладнання, яке може поміститися на столі, до великих будівельних моделей, що використовуються при створенні будинків, надрукованих на 3D-принтері. Існує три основні типи 3D-принтерів, кожен з яких використовує дещо інший метод.

#### Види 3D-принтерів

Стереолітографічні або SLA-принтери оснащені лазером, який перетворює рідку смолу на пластик.

Селективне лазерне спікання або SLS-принтери мають лазер, який спекає частинки полімерного порошку вже тверду структуру.

Найбільш поширені моделі з наплавленням або FDM-принтерами. Ці принтери випускають термопластичні нитки, які плавляться через гаряче сопло, формуючи об'єкт шар за шаром.

3D-принтери – це не чарівні ящики із науково-фантастичних серіалів. Скоріше, принтери, які діють аналогічно традиційним струменевим 2D-принтерам, використовують метод нашарування для створення бажаного об'єкта. Вони працюють з нуля і накладають шар за шаром, поки об'єкт не виглядатиме точно так, як він був задуманий.

Гнучкість, точність і швидкість 3D-принтерів роблять їх перспективним інструментом для майбутнього виробництва. Сьогодні багато 3D-принтерів використовуються для так званого швидкого прототипування.

Компанії в усьому світі тепер використовують 3D-принтери для створення своїх прототипів за лічені години, замість витратити місяці часу та, можливо, мільйони доларів на дослідження та розробки. Фактично деякі підприємства стверджують, що 3D-принтери роблять процес прототипування в 10 разів швидше і в'ятеро дешевше, ніж звичайні процеси НДДКР.

3D-принтери можуть знайти застосування практично у будь-якій галузі. Вони використовуються не лише для прототипування. Багатьом 3D-принтерам доручено друкувати готові вироби. Будівельна промисловість практично використовує цей футуристичний спосіб друку для друку всіх будинків. Школи по всьому світу використовують 3D-принтери для практичного навчання у класі, роздруковуючи тривимірні кістки динозаврів та елементи робототехніки. Гнучкість та адаптованість технології 3D-друку роблять її революційною для будь-якої галузі [33].

#### **2.4. Обґрунтування вибору стилю колекції та силуетних форм взуття для нової концептуальної колекції взуття та одягу**

Сабатони або Солерети - гнучкі сталеві обладунки, що закривали ногу лицаря. Вони почали з'являтися із середини 14 століття й надалі.

Сабатони не були популярними серед озброєних чоловіків, що борються в пішому строю. Натомість їх віддавали перевагу кінним солдатам, оскільки ноги знаходилися на ідеальній висоті для ударів піших солдатів.

Сабатони чотирнадцятого та п'ятнадцятого століть зазвичай закінчувалися загостреним кінцем або пуленом, який далеко виходив за межі стопи власника. Цей кінець імітував популярний на той час тип взуття, що називається креками. Ці кінці можна було знімати, коли лицар спішувався.



а)



б)



в)

Рис. 2.2.1. а) Середньовічні пулени; б) Сабатони - черевики із загостреними кінцями; в) Німецькі середньовічні готичні сабатони – репліка.

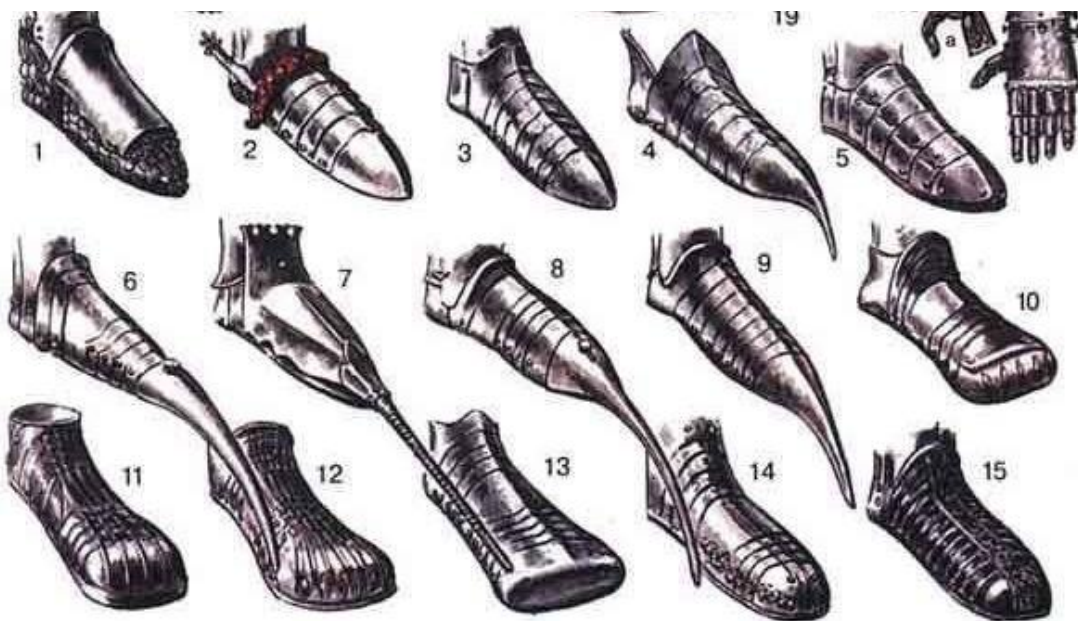


Рис. 2.2.2. Різновиди та роки сабатонів - 1. 1330 рік; 2. 1350 рік; 3. 1370 рік; 4. 1384 рік; 5. 1390 рік; 6. З фіксованим довгим носком, 1450 рік; 7. Довгоносковий, 1480 рік; 10. «Ведмежа лапа», 1505 рік; 11. «Ведмежа лапа», 1510

рік; 12. «Ведмежа лапа», 1515 рік; 13. «Ведмежа лапа», 1530 рік, їх іноді називали «коров'ячою мордою». 14. «Качконос», 1570 рік; 15. «Качконіс», 1590 рік.

У той час як довгі носки були популярними серед цивільного населення, існували правила, що суворо фіксували їхню довжину. Так, князі і герцоги мали право носити взуття в два з половиною рази довше за їхню ступню, дворяни – вдвічі довшу, прості лицарі – у розмір ступні. Більш ніж ймовірно, що така ж строга «ієрархія» щодо довжини носіння застосовувалася і до бойового взуття.

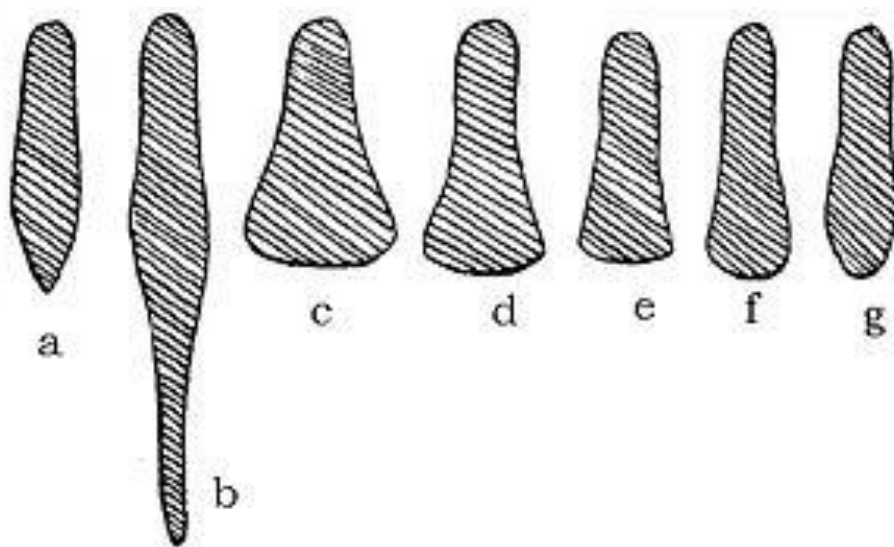


Рис. 2.2.3. Еволюція форми сабатонів: а) 1290—1390 роки; б) 1300—1490 роки; с) 1500—1530 роки; д) 1530—1540 роки; е) 1540—1550 роки; ф) 1550—1560 роки; г) 1560—1590 роки.

Черевики були зроблені зі склепаних тонких залізних пластин.

У деяких регіонах, наприклад, в Італії, черевики робили з кольчуги. Іноді кольчужні та латні черевики зображуються поруч з класичними, з металевих пластин, що вказує на те, що лицар міг вибрати, який із них використовувати. У той час як черевики надавали перевагу кінним воїнам (чий ноги вразливі для атак), кольчужні черевики могли бути обрані для пішого бою.

Сабатони зазвичай були першим елементом обладунків, який одягали. Щоб вони правильно працювали та захищали ногу, пластини повинні бути зчленовані, щоб сабатон міг набувати форми взуття під ним. Іноді проміжки між сабатонем та

наголенником захищали кольчугою, меншими пластинами або лускатим обладунком.

Сабатони п'ятнадцятого століття склалися з носку, чотирьох шарнірних пластин, пластини для ступні, пластини на щиколотці та відкидної п'яти. Різні частини були з'єднані ременями із пряжками [28].

За основу образу було взято грецьку богиню охоти, дикої природи та місяця – Артеміду. Вона проводить більшу частину свого часу в лісі в оточенні тварин, таких як мисливські собаки, ведмеді та олені.

Артеміду зазвичай зображують молодою дівчиною в туніку до колін, озброєної цибулею та стрілами. Її часто зображують у супроводі лісових істот, таких як олені та ведмеді. Під час подорожі Артеміда їде колісницею, яку тягнуть чотири срібні оленя.

Як і всі грецькі олімпійські боги, Артеміда була безсмертною та дуже могутньою. Її особливі здібності включали ідеальну стрілянину з лука та стріл, здатність перетворювати себе та інших на тварин, зцілення, хвороби та контроль над природою.

Образ Артеміди – поєднання жорстокості та ніжності, тому в основу костюму лягли форми Канадських медсестер, які служили під час Першої світової війни. Понад 2800 медсестер служили в Медичному корпусі канадської армії (САМС) як повноцінні офіцери у спеціально створеному жіночому званні медсестер з відносним званням і рівною з чоловіками оплатою - перші жінки серед союзних військ, які зробили так. Канадські медсестри, які отримали прізвисько «сині птахи» через свою синю уніформу і білі вуалі, рятували життя, доглядаючи поранених і хворих солдатів, а також одужальних, військовополонених і навіть цивільних осіб [42].



Рис. 2.4.4 Уніформи Канадських медсестер під час Першої світової війни

Досліджено вибір стилю колекції та силуетних форм взуття для нової концептуальної колекції взуття та одягу. Розглянуто історію та конструкцію історичних обладунків саботонів та форми військових медсестер.

## 2.5. Обґрунтування вибору конструкції і фасону взуттєвої колодки

Взуттєві колодки можна представити у вигляді ієрархічної системи, що складається з чотирьох рівнів:

### 1. Технологічне призначення.

- Затяжні для формування
- Пресові для лиття та гарячої вулканізації низу взуття
- Обробні для обробки верху взуття
- Гладильні для гладження підошв

### 2. Конструкція

- Суцільні
- З випиляним клином
- Зчленовані



- Незнімні
- Знімні
- Формувально-пресовими

### 3. Матеріали

- Дерев'яні
- Пластмасові
- Металеві
- Силіконові

### 4. Асортиментне призначення

- Рід
- Тип
- Піднесеність п'яткової частини
- Форма носкової частини
- Розмір
- Повнота

Для виготовлення взуття було обрано суцільну колодку, як одну з найпоширеніших. Вона застосовується для виготовлення відкритого взуття сандального типу.

За способом закріплення затяжної кромки при формуванні обрано слід без металевої пластини для клейового методу кріплення – із клейовим затягуванням.

Колодка з силікону, адже вони мають більш стабільні розміри, більшу стійкість до навантажень і великий термін їх використання, а також підлягають повторній переробці й ремонту.

За статевовіковою ознакою колодка жіноча, за типом – для легкого взуття, за висотою піднесеності п'яткової частини – без каблука, за шириною носкової частини – вузька.

Індекс фасону: 82031, 240, 3

Дизайнери, шевці, хореографи і, звичайно ж, актори знають, що потрібно, щоб отримати взуття, яке служитиме персонажу, шоу та виконавцю. І хоча немає

двох однакових моделей або пар стоп, існує безліч міркувань, які враховуються при виборі функціонального та приголомшливого взуття.

Як і багато чого в театрі, створення ідеального взуття - це спільне мистецтво. У той час як художник по костюмах та режисер удосконалюють зовнішній вигляд, вони також працюють із хореографом, чий танці впливають на те, як рухатимуться ноги виконавців, що, у свою чергу, впливає на дизайн та конструкцію взуття. З цієї причини переважна більшість всього взуття, яке можна побачити на сцені, було виготовлено на замовлення, щоб відповідати як дизайну, так і окремим акторам. У дублерів також є свої пари, які підходять саме їм.

У дев'яти випадках із 10, коли для танцюристів та акторів створюється взуття, воно виготовляється з нуля. Інколи художники по костюмах можуть використати вже використане взуття, але в таких випадках підборам може нова набійка, або зміна носку на менш гострий. Видовжений носок та відсутність ремінців можуть бути присутні на взутті акторів, які не танцюють. В інших випадках танцюрист повинен мати змогу відчувати кінчики свої пальців та відчувати, що взуття міцно тримається на його нозі. Це вимагає знань про конструкцію та матеріали, наприклад, про те, яка шкіра або комбінація шкір зроблять взуття найбільш чуйним і підтримуючим. Хитрість полягає в тому, щоб збалансувати елегантність та стиль з міцністю та безпекою. Також потрібно брати до уваги фізичне оточення акторів та танцюристів, адже кожен провід освітлення або щілина між плитами – це перешкода [29].

Звісно морфологія стопи актора також грає дуже велику роль у створенні правильного взуття, так як люди з проблемною топографією не зможуть довго грати або танцювати в непідходящому їм взутті. Тому стандартні колодки не завжди підходять, і сучасний підхід може дати вдосконалене рішення цієї проблеми [43].

Основними факторами, що визначають рішення вибору фасону та колодки взуття є: зовнішній вигляд та посадка взуття. Припасування - один з найважливіших функціональних аспектів взуттєвого комфорту. Стопа робить вирішальний внесок у баланс та стабільність опорно-рухового апарату. Проблеми

зі стопами поширені серед широкої групи людей, починаючи від простих порушень та закінчуючи складними захворюваннями та деформаціями суглобів. Актори та танцюристи складають окрему фокус групу людей з вадами стопи. Форма та розміри взуття залежать від форми та розмірів колодки. Найбільш важливим компонентом виробництва взуття є колодка, тривимірною формою, за якою виготовляється взуття. Колодка тісно пов'язана зі стопою, і її конструкція залежить від багатьох таких факторів, як форма/розмір, параметри комфорту, мода/стиль взуття, тип конструкції та ін. Добре відомо, що припасування або сумісність продукту необхідні для того, щоб людина відчувала комфорт, безпеку та задоволення при використанні. Різні методи проектування та виробництва програмного забезпечення поряд з модними тенденціями не завжди поважають структурні та функціональні вимоги ніг. Через це з часом м'язи, кістки та суглоби перенапружуються, що призводить до зміни морфологічних та структурних особливостей стоп.

В останні роки 3D-технології набули великого значення. Вони використовуються в різних сферах додатків, таких як медицина, наука, інженерія, армія, розваги і тепер у швейній промисловості. У світі моди 3D-технології відкривають можливості для створення виробів на замовлення, тобто одягу та взуття. Використання технології 3D-сканування для створення оцифрованих зображень частин анатомії людини допоможе змінити спосіб розробки та виготовлення широкого спектру продуктів. Існує безліч застосувань технології 3D-сканування для оцифрування різних частин тіла людини. Аналіз можливостей 3D-сканування для моделювання стопи показало, що 3D-скани дуже надійні [30].

У підрозділі обґрунтовано вибір конструкції і фасону взуттєвої колодки, розглянуто ієрархію взуттєвих колодок за технологічним призначенням, конструкцією, матеріалами, асортиментним призначенням. Проаналізовано вимоги конструкції розробляемого взуття до параметрів колодки та визначено необхідний тип та форму колодки. Проаналізовано необхідність підбору форми взуття індивідуально для кожного актора та вибір використання 3D-технологій для виготовлення колодки на базі 3D скану.

## **2.6. Засоби художньої виразності. Способи гармонізації, що застосовуються при проектуванні моделі**

Засоби художньої виразності – невід’ємна складова всього процесу створення нових моделей взуття, аксесуарів, одягу, тощо. Це те, що потрібно будь-якому дизайнеру при розробці колекції, включаючи створення мудборду, творчих замальовок, робочого ескізу, розробку конструкції та оздоблення. Це стосується всіх візуальних елементів моделі: форми, ліній, силуету, кольору та текстури.

При створенні своєї моделі взуття я прагнула відтворити ідейність колекції через художню виразність. Всі елементи обертаються навколо теми сучасної інтерпретації грецької міфології, та не переходять межу відповідності духу колекції.

Форма взуття, яка є модернізацією середньовічних обладунків на ногу – сабатонів, разом із обраним силуетом та матеріалом костюму, створює відчуття вбивчої тендітності богині – ключового аспекту колекції.

Таке ж враження викликають і комбінації ліній – плавних, але впевнених та чітких.

Силует стрімкий та цілеспрямований, та не позбавлений грації та витонченості.

Складний флористичний орнамент гобеленової тканини, яка служила шторами в минулому, втілює безсмертну свободу та вроду Артеміді.

Для костюму та взуття обрані екологічні методи виготовлення – апсайклінг (повторне використання вживаних речей без проміжної переробки) та 3D друк, відповідно – що підтримує природні ідеали богині.

Способи гармонізації безсумнівно сильно впливають на візуальне сприйняття моделі, підкреслюючи ніжність та стрімливість конкретного образу.

Завдяки пластичності модель має образ мінливої вишуканості, легко та м’яко перетікаючи з одного стану в інший, стираючи межі.

Симетричність – не обов’язковий «інгредієнт» для досягнення ідеального балансу, та в цій моделі вона необхідна. Вона створює потрібну атмосферу чіткості.

Завдяки підібраним кольорам – класичного золота та вічної слонової кістки – загальна тональність виробу контрастна, що виділяє необхідні нотки завзятості.

В підрозділі визначено основні засоби художньої виразності та способи гармонізації, що застосовуються при проектуванні моделі. Проаналізовано ідейність колекції, обґрунтовано вибір форми взуття, підкреслено комбінацію ліній та актуальність силуету, а також проаналізовано відповідність орнаменту, типу тканини та кольорової гами до духу колекції.

## Висновки до розділу 2

1. Визначено стильову направленість і призначення колекції розроблюваного взуття та одягу. А також охарактеризовано основну ідею, концепцію, що лягла в основу колекції.

2. Обґрунтовано вибір матеріалів та технологій виготовлення виробів, проаналізовано переваги та недоліки 3D-друку. Також розглянуто в порівнянні дві найуживаніші технології вторинної переробки та визначено ту, що найбільш відповідає вимогам проєкту.

3. Обґрунтовано обрані технології та методи виготовлення взуття. Розглянуто використання 3D-ресурсів для моделювання форми виробів, спрощення процесу розробки виробів, оптимізації взаємодії дизайнерів та замовників, як перспективної сфери виробництва взуття. Розглянуто використання 3D-моделювання на різних етапах процесу проектування, покращення форм класичного взуття за допомогою 3D-прототипування, а також види 3D-принтерів.

4. Досліджено вибір стилю колекції та силуетних форм взуття для нової концептуальної колекції взуття та одягу. Розглянуто історію та конструкцію історичних обладунків сабатонів та форми військових медсестер.

5. Обґрунтовано вибір конструкції і фасону взуттєвої колодки, розглянуто ієрархію взуттєвих колодок за технологічним призначенням, конструкцією, матеріалами, асортиментним призначенням. Проаналізовано вимоги конструкції розробляемого взуття до параметрів колодки та визначено необхідний тип та форму колодки. Проаналізовано необхідність підбору форми взуття індивідуально для кожного актора та вибір використання 3D-технологій для виготовлення колодки на базі 3D скану.

6. Визначено основні засоби художньої виразності та способи гармонізації, що застосовуються при проектуванні моделі. Проаналізовано ідейність колекції, обґрунтовано вибір форми взуття, підкреслено комбінацію ліній та актуальність силуету, а також проаналізовано відповідність орнаменту, типу тканини та кольорової гами до духу колекції.

## РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 3.1. Етапи проектування взуття жіночого.

#### 1) Отримання вихідної інформації для процесу проектування:

Для отримання форми стопи було використано сканер INFOOT USB 3D FootScanner – безконтактний 3D-сканер стопи.

Основна функціональність полягає у отриманні форми стопи людини та її анатомічних розмірів. Сканування та створення бази даних здійснюється на ПК за допомогою фірмового програмного забезпечення. Крім того, за допомогою однієї з додаткових програм "LastMeasure" можна також сканувати взуттєві колодки. Сканер використовує червоні лазери та ПЗЗ-камери, які захоплюють лазери.



Рис. 3.1.1.1. Безконтактний 3D-сканер стопи INFOOT USB 3D FootScanner

Час сканування становить приблизно 10 секунд залежно від розміру об'єктів, що скануються. Дані форми зберігаються у пропрієтарному форматі файлу двійкових даних тривимірних хмар точок, проте за допомогою однієї з додаткових програм «Конвертер файлів» їх можна експортувати до формату («CSV», «DXF», «STL» і т.д.), який можна використовувати в більшості програм САПР. З

анатомічних орієнтирів отримують такі виміри, як довжина стопи, окружність стопи і ширина стопи. Ці виміри можуть бути збережені у базі даних.

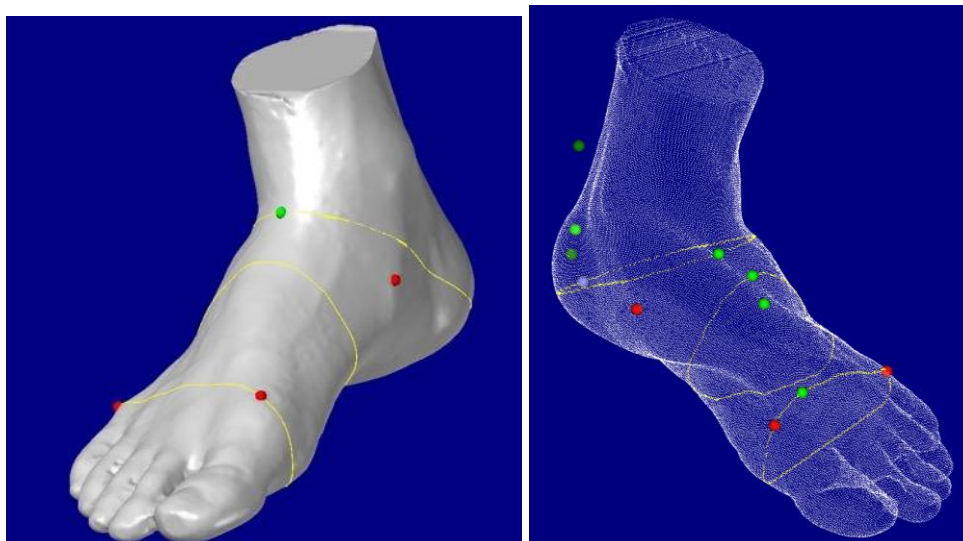


Рис. 3.1.1.2. Відсканована форма стопи

## 2) Проектування деталей взуття в програмі для 3D-моделювання Blender.

Blender – це безкоштовний ресурс для 3D – моделювання, монтажу, анімації, симуляції, рендерингу, композитингу та відстеження руху, навіть редагування відео та створення ігор. Blender добре підходить для окремих осіб та невеликих студій, які отримують вигоду від уніфікованого конвеєра та гнучкого процесу розробки.

Blender є кросплатформним і однаково добре працює на комп'ютерах Linux, Windows та Macintosh. Його інтерфейс використовує OpenGL (англ. Open Graphics Library — відкрита графічна бібліотека) — специфікацію, що визначає незалежний від мови програмування крос-платформовий програмний інтерфейс (API) для написання застосунків, що використовують 2D та 3D комп'ютерну графіку.

Нижче наведений процес проектування пластин, які після друку та зборки стануть деталями Сабатонів. Процес проілюстрований скріншотами з програми Blender.



## 1. Імпорт відсканованої форми стопи в програму Blender та масштабування:



Рис. 3.1.2.1. Імпортована колодка

2. Початок проектування першої пластини шляхом додавання площини та модифікаторів до неї, які дозволяють змінювати масштаби та місцеположення пластини відносно колодки з прив'язуванням до поверхні. Наступні грані додаються за допомогою функції Extrude (Витягнути).

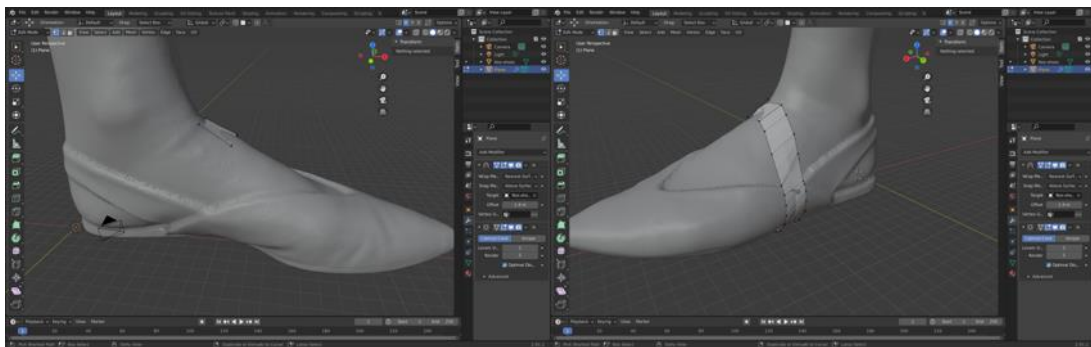


Рис. 3.1.2.2. Початок проектування першої пластини

3. Додавання схеми розміщення панелей задля більш чіткого та зручного проектування.



Рис. 3.1.2.3. Малювання схеми розміщення панелей взуття

4. Проектування панелей з використанням різних технік, включаючи обрізання сфери по формі носкової частини, що дає більш плавну та рівномірну форму.

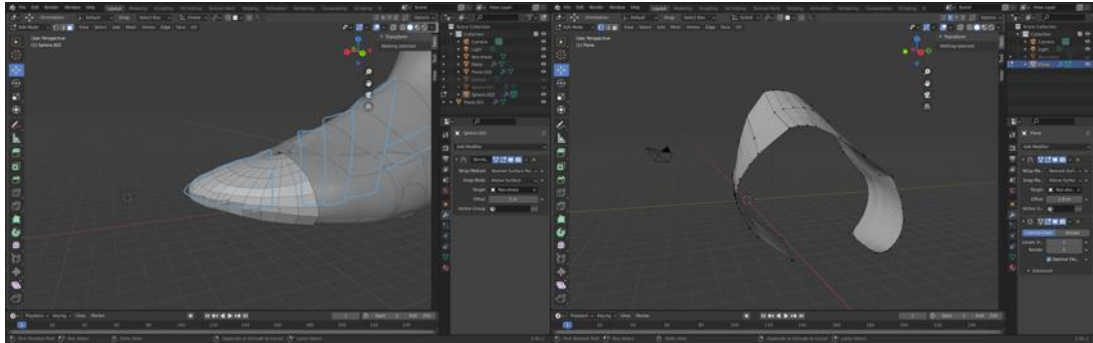


Рис. 3.1.2.4. Проектування панелей взуття

5. Відключення функції прив'язки до поверхні, що дає змогу відкоригувати форми пластин під більш правдоподібну.

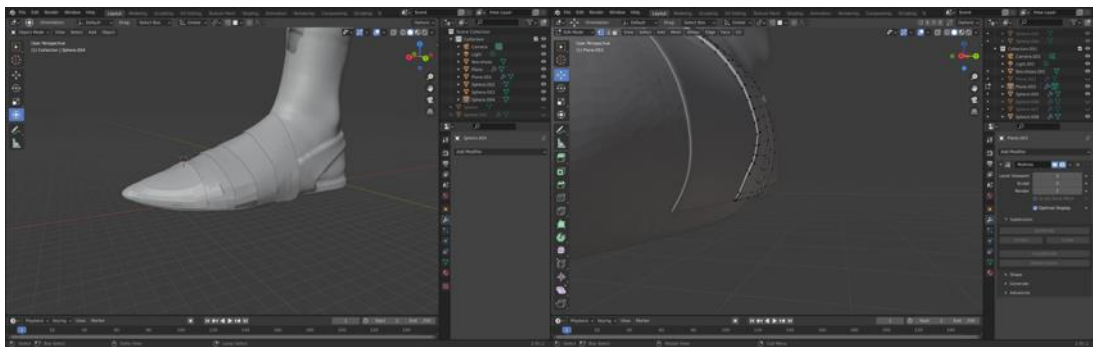


Рис. 3.1.2.5. Коригування пластин взуття

6. Відкориговані пластини підганяються одна під одну з урахуванням майбутнього кріплення.





Рис. 3.1.2.6. Види готових пластин взуття

7. Кріпленнями для ремінців та контактів між пластинами будуть слугувати хольнітени діаметром 2 мм. Тому у відповідних місцях створюються циліндри необхідного діаметру та утворюються отвори за допомогою модифікатора Boolean curve (Логічна крива), що враховує різницю між двома об'єктами.

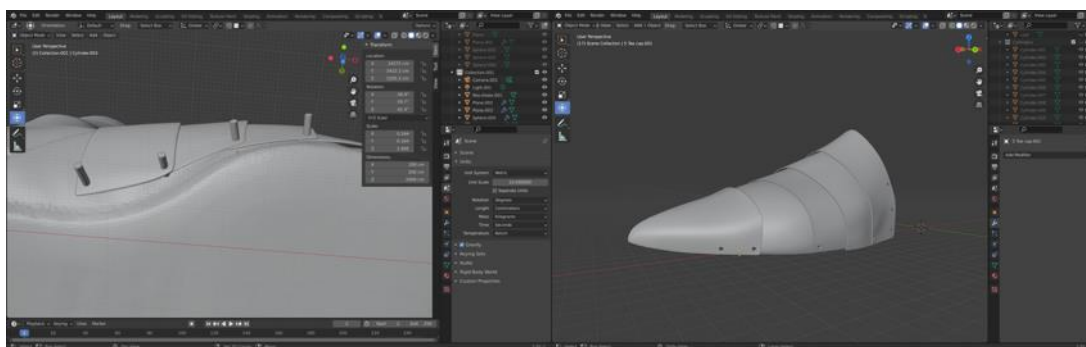


Рис. 3.1.2.7. Створення отворів для кріплення

### 3) Підготовка деталей до 3D друку за допомогою програми-слайсера Ultimaker-Cura.

Ultimaker Cura – найпопулярніше у світі програмне забезпечення для 3D-друку. В основі Ultimaker Cura лежить потужний механізм слайсингу з відкритим кодом, створений на основі багаторічної власної розробки експертів та вкладу користувачів. Ultimaker Cura підготує вашу модель до 3D-друку. Оптимізовані, перевірені експертами профілі для 3D-принтерів та матеріалів дозволяють почати надійний друк у найкоротші терміни. Завдяки стандартній інтеграції програмного забезпечення ви можете оптимізувати робочий процес для досягнення максимальної ефективності. Ultimaker Cura - це повністю безкоштовний і простий у використанні слайсер, який генерує G-код для 3D-принтерів, що дозволяє вам

редагувати та налаштовувати 3D-моделі перед друком. Ultimaker Cura поширюється як програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом та сумісне практично з усіма доступними на ринку настільними 3D-принтерами, у тому числі із системою подвійної екструзії.

Програмне забезпечення сумісне з форматами файлів .OBJ, .STL, .3MF і .X3D і може працювати з цифровими зображеннями в розширеннях .GIF, .BMF, .PNG та .JPG.

Процес налаштування та розміщення деталей, та наступний слайсинг описаний та проілюстрований нижче:

1. При першому відкритті програми необхідно обрати зі списку 3D-принтер, який буд використовуватись в подальшому для друку деталі. В цьому випадку обрано принтер Prusa i3.

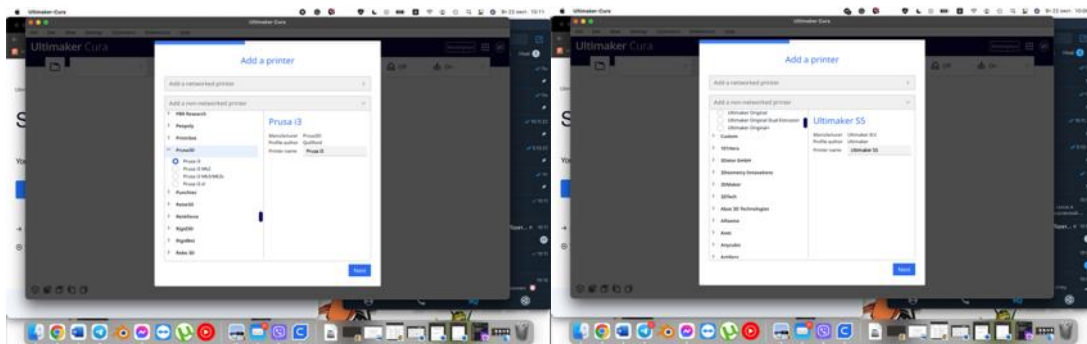
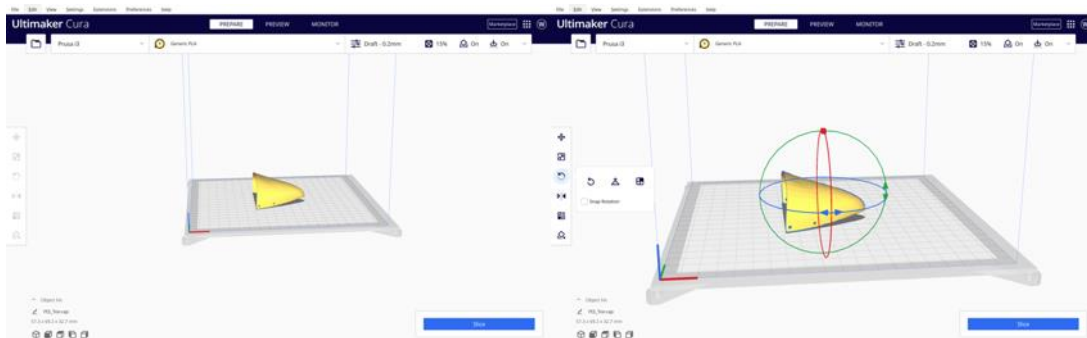


Рис. 3.1.3.1. Вибір принтеру

2. Після цього імпортується файл деталі та оптимально розміщується з найменшою кількістю «провисаючих» ділянок.



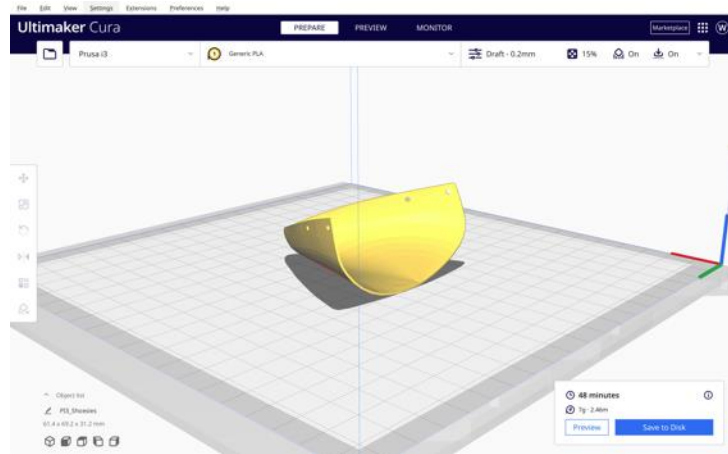


Рис. 3.1.3.2. Можливості переміщення та повертання деталей

3. Програма дає можливість налаштувати друк в багатьох параметрах, або залишити налаштування принтера за замовчуванням.

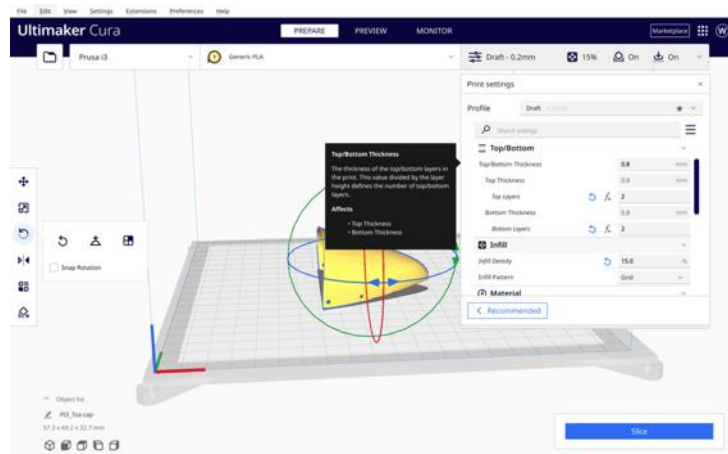
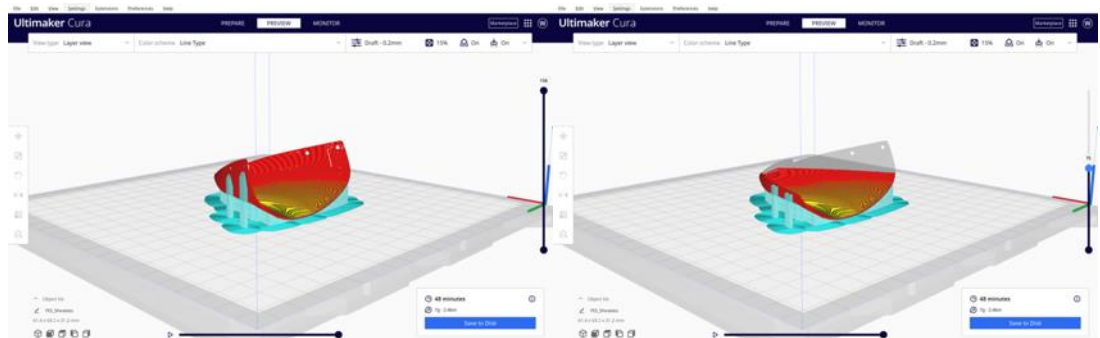


Рис. 3.1.3.3. Налаштування друку

4. Також є можливість згенерувати підтримки для тих ділянок, які можуть бути занадто крихкими під своєю вагою, та побачити майбутні шари пластику в режимі прев'ю.



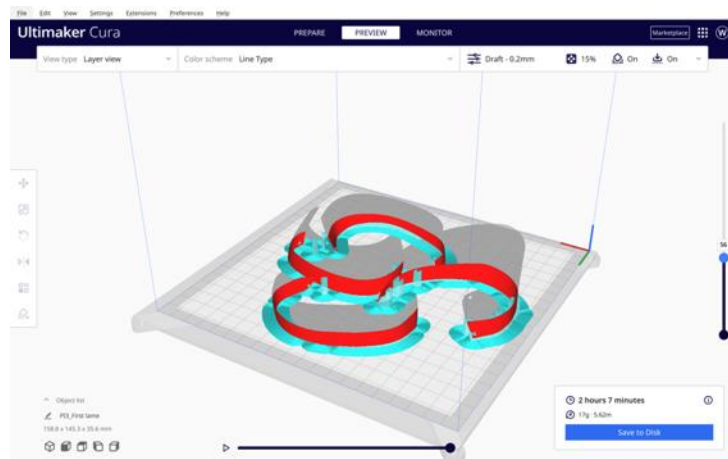


Рис. 3.1.3.4. Деталі взуття в режимі прев'ю

#### 4) Вивід та друк деталей на 3D-принтері

3D принтер Prusa із характеризується важливими функціями, що покращують якість друкованих виробів та спрощують роботу з 3D принтером. Першою цікавою особливістю даної моделі є стіл, що підігрівається для 3D друку. Він оснащений можливістю встановлювати змінні листи із легованої сталі з поверхнею PEI. Стандартний стіл 3D принтера йде з текстурованим порошковим PEI листом. Вісь представлена алюмінієвим профілем, що робить Y конструкцію ще більш жорсткою і стійкою. 3D принтер Prusa із потужніший завдяки новій материнській платі EINSY RAMBO - найпередовішій платі сучасності, яка також переводить надійність роботи 3D принтера на новий рівень: функція виявлення пропущених кроків і зрушень шарів при 3D друку допомагає виявити похибки і виправити їх. У той же час драйвера крокового двигуна Trinamic2130 забезпечують неймовірно тиху роботу під час 3D друку, а збільшена швидкість друку дозволяє друкувати неймовірно швидко - більше 200 мм/с. Prusa із оснащений оптичним датчиком присутності філаменту: він визначає присутність або відсутність пластикової нитки. Якщо під час друку нитка не виявлена, принтер зупиняє друк і попросить вставити нову котушку філаменту.

Принтер має датчик аварійної зупинки друку у разі втрати живлення (Power Panic), що також підвищує надійність роботи 3D принтера. У разі виявлення переривання живлення датчик відключає нагрівання друкарської платформи та екструдера, при цьому залишається запас енергії для підняття друкувальної головки. Після відновлення живлення друк може бути продовжено.

Для 3D друку задіяний надійний екструдер Bondtech: пластикова нитка захоплюється з обох боків, що збільшує силу натискання та значно спрощує роботу з гнучкими філаментами. Тихі, але в той же час потужні кулери Noctua забезпечують рівномірне охолодження деталі, що друкується з двох сторін. Це дозволяє уникнути перегріву сопел та радіатора під час роботи. Ще одна особливість моделі – це наявність двох додаткових термісторів. Перший вимірює температуру навколишнього середовища, завдяки чому можна уникнути помилки, яка часто виникає в приміщеннях з температурою нижче 15° С.

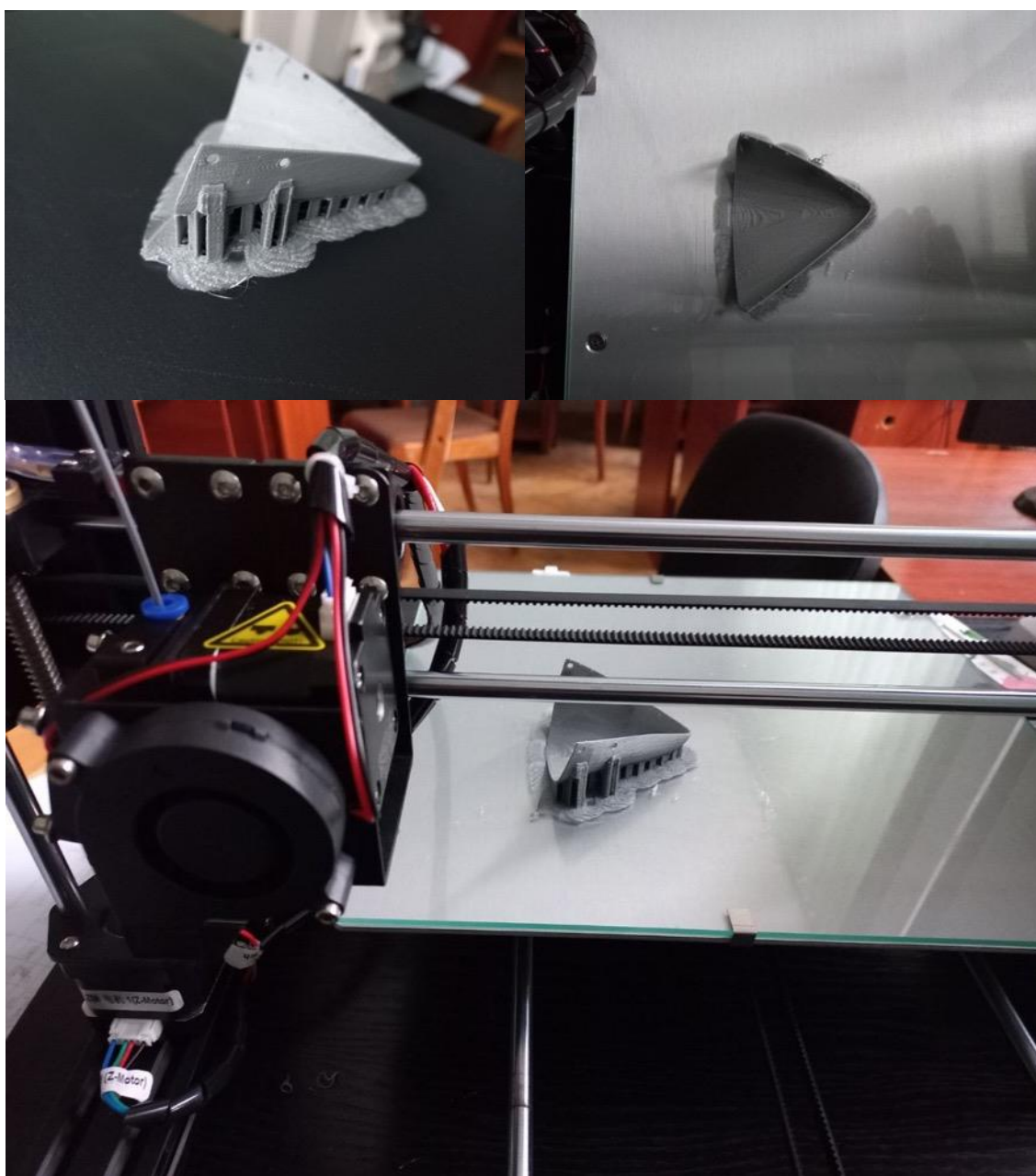


Рис. 3.1.4. Надрукована на 3D принтері деталь взуття

Отже, проаналізовано та описано етапи проектування взуття жіночого, а саме отримання вихідної інформації для процесу проектування за допомогою 3D сканеру, проектування деталей взуття в програмі для 3D-моделювання Blender, підготовка деталей до 3D друку за допомогою програми-слайсеру Ultimaker-Cura, а також вивід та друк деталей на 3D-принтері.

5) Сьогодні 3D сканери широко використовуються для підбирання взуття, що ідеально підходить до стопи споживача, особливо часто такий підхід використовується для спортивного взуття.

Спочатку клієнти наступають на сканер та заповнюють всю особисту інформацію (наприклад, вік, стать, вагу), а також свої улюблені види спорту, бренди та інтенсивність вправ (від любителя до професіонала).

Протягом кількох секунд споживачі одержують на екрані докладний аналіз стопи. Safesize пропонує унікальне зіставлення характеристик стопи з найбільшою у світі базою даних взуття, а це означає, що споживачеві потрібно лише кілька секунд, щоб фактично приміряти тисячі туфель одночасно. Одним дотиком екрану продавці-консультанти бачать найкращі рекомендації щодо взуття для своїх клієнтів, пов'язані з асортиментом магазину повністю адаптовані до особистих уподобань покупців.

Цей унікальний купівельний досвід може призвести до більш високої конверсії та можливостей перехресного продажу в магазині. Насправді, люди почуваються впевненіше, купуючи взуття та додаткові аксесуари (наприклад, устілки), ґрунтуючись на такому індивідуальному підході, а не на пошуку в Google «кращих кросівок», а потім вирішують купити найдешевший варіант в Інтернеті.

«Ця нова технологія дозволяє просто спілкуватися та давати персоналізовані рекомендації щодо продуктів». – Ян Вотсон, генеральний директор Hotter Shoes (Forbes.com, вересень 2021 р.)

При цьому, використовуючи моделі стопи споживачів та дані про їх минулі покупки, підхід до продажу можна додатково адаптувати відповідно до їх конкретних потреб.



Використовуючи 3D-сканер стопи, споживачі за лічені секунди отримують найкращі рекомендації щодо моделей взуття, засновані на біометричних та функціональних характеристиках, а не просто вибирають на основі улюбленого бренду, кольору та ціни. У той же час вони можуть бути впевнені, що їхні ноги більше не хворітимуть та будуть в комфорті в будь-яких ситуаціях!

При такому підході через свій особистий профіль споживачі можуть отримати доступ до аналітики своєї стопи та попередніх покупок. Виходячи з цього, вони можуть легко зробити правильну покупку знову в майбутньому як в Інтернеті, так і в будь-якому іншому магазині взуттєвого ритейлера [31].

Також сьогодні широко застосовуються мобільні додатки, такі як Аватар та ін., для сканування стопи з метою вибору найкраще припасованого взуття із наявної бази.

Однак такі схеми використання 3D систем сканування засновані на алгоритмах порівняння стопи споживача з наявною базою даних стоп та існуючих даних про зручні зразки взуття для стопи з певними параметрами. Ці схеми не враховують антропометричні особливості форми стопи споживача, тому не можуть бути застосовані для персонального виготовлення взуття формату “make to measures”. Для виготовлення взуття за індивідуальним замовленням важливо всебічне врахування анатомії стопи клієнта при розробці форми взуттєвої колодки. Найбільш ефективним способом проектування індивідуальної колодки є розробка її форми в режимі порівняння стопа-колодка в спеціалізованих комп'ютерних програмах на основі 3D скану стопи замовника.

Для отримання вихідної інформації для проектування використовували прогресивний та сучасний спосіб 3D сканування. Використовували професійний сканер InFoot3d, який дозволяє отримати форму стопи людини, визначити автоматично до 20 анатомічних точок, підрахувати анатомічні розміри. Сканер розгортає червоні лазери та камери CCD, що фіксують лазери. Час сканування становить від 5 до 10 секунд, залежно від розміру об'єктів сканування, точність сканування становить 1,3 мм.

Існують сканери більш універсальні, які однаково добре скануватимуть і

поверхню колодки, і поверхню стопи. До таких сканерів відносяться моделі Easy foot scan та InFoot USB 3D від фірми Ortho Baltic. Це суттєва перевага, коли один сканер здатен виконувати функції сканування стопи, сканування плантарної поверхні, та сканування форми колодки з однаково високою точністю (рис. 2.3.1.).

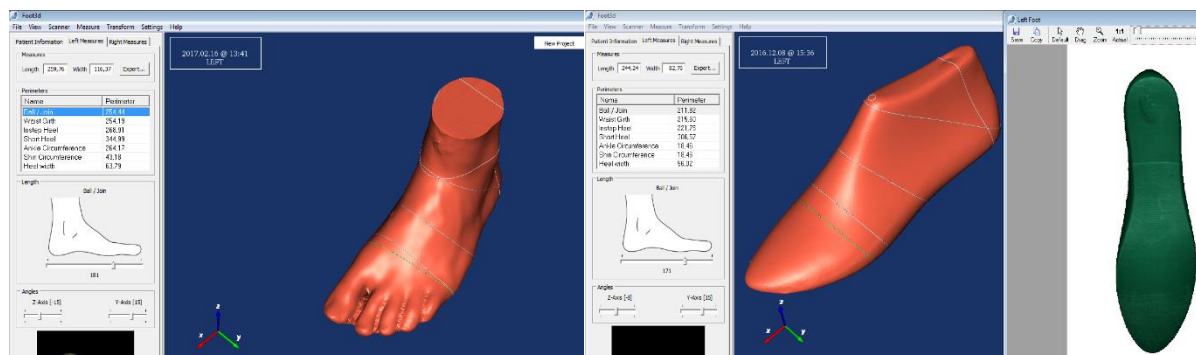


Рис. 3.1.5.1. Сканування поверхні стопи та колодки за допомогою сканера InFoot 3d

Отримані в результаті тривимірного сканування координати точок описують геометрію об'єкта у системі координат, яка закладена у сканері. Ця інформація зчитується та обробляється за допомогою спеціальних програм, які також забезпечують створення хмари точок сканованої поверхні, виконують тріангуляцію, проектують антропометричні перерізи та обчислюють основні параметри стопи.

Серед найрозповсюдженіших методик обробки результатів сканування, що покладено в основу програм сканування, можна виділити два підходи:

1) Перший підхід передбачає ретельне проведення підготовчого етапу до дослідження: на стопу пацієнта наклеюються маркери, що ідентифікують антропометрично важливі ділянки. Цей етап проводиться досвідченим спеціалістом. При скануванні маркери сприймаються програмою як базові орієнтири, на основі яких розраховуються антропометричні розміри стопи. Такий підхід достатньо трудомісткий та вимагає підготовки спеціаліста.

2) Другий підхід представляє собою більш швидкий варіант автоматичного визначення основних антропометричних орієнтирів програмою. При такому підході відсутній підготовчий етап перед проведенням обмірів, і це значно скорочує час і зменшує трудомісткість процесу дослідження.

При першому підході маркери при підготовці до проведення сканування наклеюються на такі точки згідно рекомендаціям провідних спеціалістів:

1. точка Pternion – найбільш випукла точка п'ятки
2. голівка другої плесневої кістки
3. точка внутрішнього пучка - центр голівки першої плесневої кістки
4. точка зовнішнього пучка – центр голівки п'ятої плесневої кістки
5. точка висоти міжфалангового суглоба першого пальця
6. точка висоти міжфалангового суглоба п'ятого пальця
7. точка висоти внутрішнього пучка
8. точка висоти зовнішнього пучка
9. точка внутрішньої мишілки
10. точка зовнішньої мишілки
11. точка згину стопи
12. точка висоти прямого підйому (на рівні середини стопи)
13. човноподібна кістка

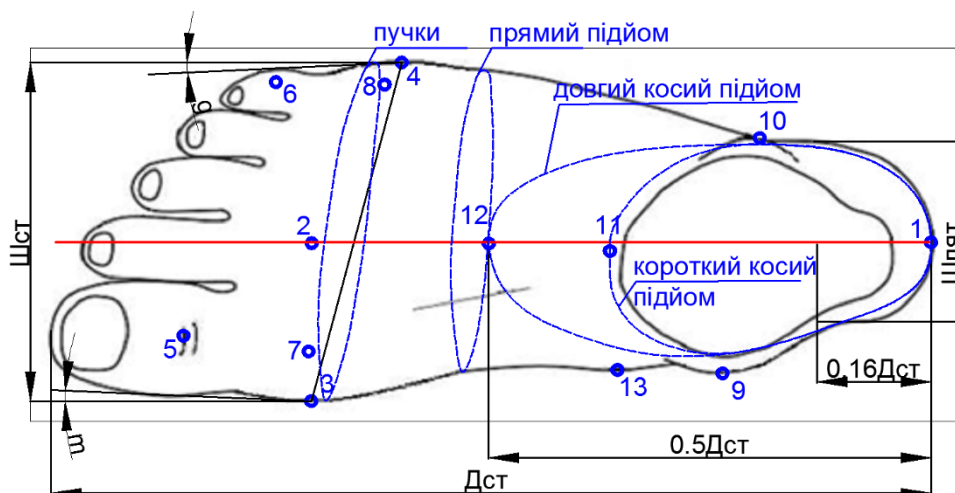


Рис. 3.1.5.2. Основні антропометричні орієнтири, що наносяться на стопу перед скануванням: де Шст – ширина стопи (на рівні пучків); Шпят – ширина п'ятки (на рівні  $0.16Дст$ );  $m$  – кут першого пальця;  $g$  – кут п'ятого пальця

При скануванні маркери розпізнаються програмою та висвітлюються на цифровій копії, а основні параметри стопи розраховуються, виходячи з цих точок.

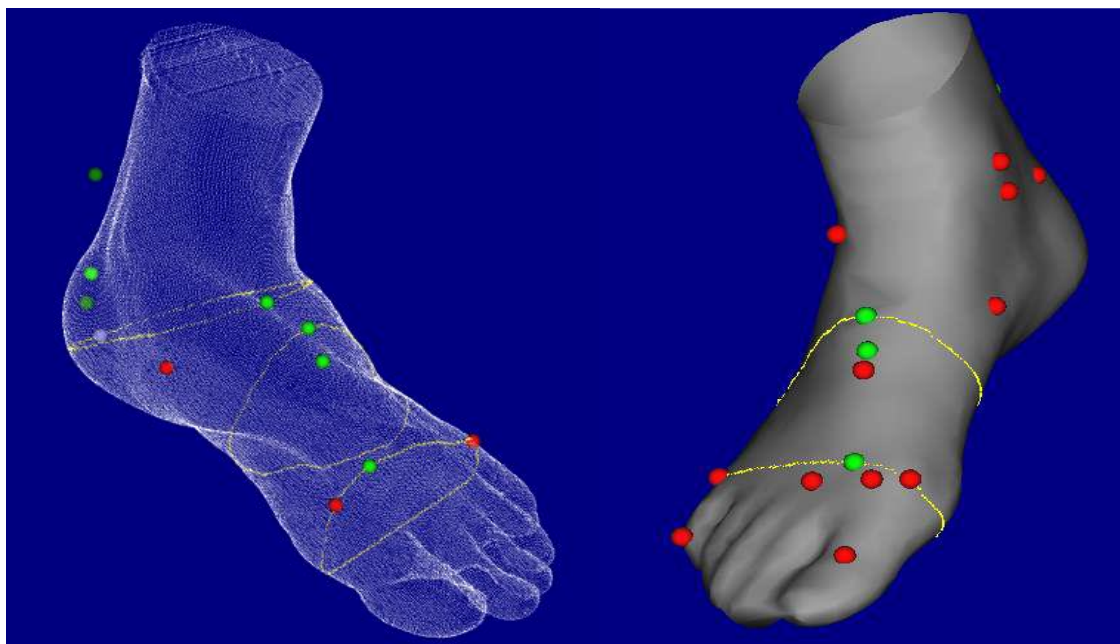


Рис. 3.1.5.3. Розпізнавання маркерів стопи програмою сканування

Після проведення процедури сканування, розпізнавання та триангуляції поверні та встановлення необхідних параметрів програма розраховує такі параметри по кожній стопі (рис. 3.1.5.4.).

Foot length	- довжина стопи
Ball Girth circumference	- периметр перерізу пучків
Foot breadth	- ширина стопи
Instep circumference	- периметр перерізу прямого підйому
Heel breadth	- ширина п'ятки
Instep length	- довжина до прямого підйому
Fibulare Instep length	- висота перерізу пучків
Height of Top of Ball Girth	- висота прямого підйому
Height of Instep	- кут першого пальця
Toe #1 angle	- кут п'ятого пальця
Toe #5 angle	- висота першого пальця
Toe #1 height	- висота п'ятого пальця
Toe #5 height	- обхват довгого косоного підйому
Height of Navicular	- обхват короткого косоного підйому
Height of Sphyrion fibulare	- висота човноподібної кістки
Height of Sphyrion	- висота внутрішньої кісточки
Height of the most lateral point	- висота зовнішньої кісточки
Height of The most medial point	- висота точки мищілки
Arch length	- довжина поздовжнього склепіння
Angle of heel born	- кут п'ятки

Рис. 3.1.5.4. Параметри стопи, що розраховуються за антропометричними маркерами

При другому підході розташування основних точок визначається автоматично програмою. Однак в цьому випадку кількість параметрів, що розраховується програмою, обмежена. Решту антропометричних точок та параметрів необхідно виміряти додатково за допомогою інших графічних програм на основі візуального аналізу 3D копії стопи. Це є недолік, однак перевагою є те, що решту операцій можна виконувати після процедури антропометричного дослідження в зручному режимі.

Після сканування об'єкту програма 3d-сканування (в даному випадку використовувалася програма Foot3d) спочатку створює хмару точок, що представляє собою сукупність багатьох тисяч точок 3D поверхні. Далі відбувається процес триангуляції поверхні в автоматичному режимі, в результаті чого на основі окремих точок створюється сітка, що представляє собою сукупність трикутних площин, що з'єднують ці точки. На основі отриманої сітки програма дозволяє також виміряти основні параметри колодки. Полігональна сітка поверхні колодки або стопи експортується в .STL-формат (або інший доступний формат), з якого далі імпортується в середовище програми для моделювання взуття та колодки. Антропометрична інформація, що може бути експортована для подальшої роботи, представляє собою три головних файли:

- Файл з цифровою копією полігональної сітки поверхні в форматі .STL

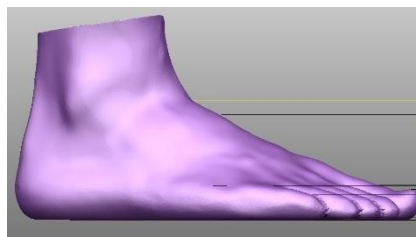


Рис. 3.1.5.5. Полігональна сітка поверхні сканованої стопи

- Файл з фотоплантограмою в форматі .JPG

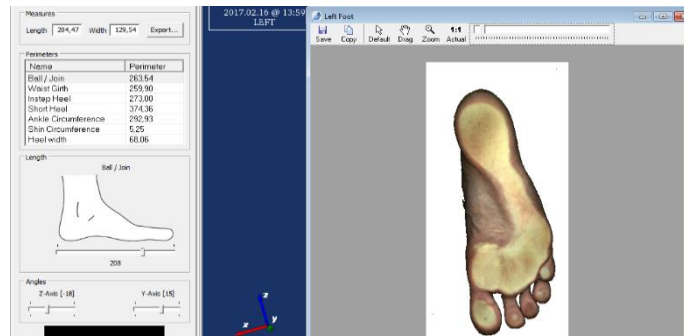


Рис. 3.1.5.6. Фотоплантограма сканованої стопи

- Файл з цифровими даними основних параметрів стопи (в форматі .TXT)

Name	Perimeter
Ball / Join	263,54
Waist Girth	259,90
Instep Heel	273,00
Short Heel	374,36
Ankle Circumference	292,93
Shin Circumference	5,25
Heel width	68,06

Рис. 3.1.5.7. Текстовий файл цифрових параметрів сканованої стопи

Файл цифрових даних основних параметрів стопи включає такі розміри:

- Обхват пучків.
- Обхват за пучками, на рівні 0.55Дст.
- Обхват по прямому підйому на рівні середини стопи, що проходить через клиновидні кістки.
  - Обхват у місці короткого косоного підйому.
  - Обхват над мищівками.
  - Ширина п'ятки

Для отримання решти параметрів стопи необхідно провести додаткові вимірювання цифрової копії.

Спочатку сканували стопу в стандартному положенні при рівномірному розподілі навантаження на дві стопи. За допомогою програми сканування Foot3d отриману хмару точок конвертували в триангульовану просторову модель (рис. 2.3.8.), яку далі завантажували в середовище комп'ютерних програм, в яких відбувається процес проектування колодки та устілки. Аналогічно відбувався

процес сканування вихідної форми колодки, що використовується для проектування нової моделі.

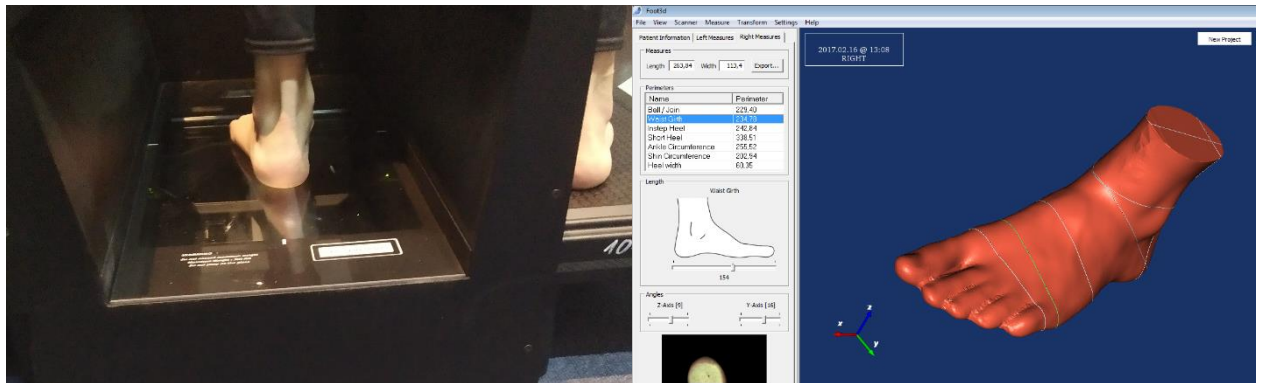


Рис. 3.1.5.8. Результат сканування відбитка на полімерній піні (зліва), та стопи (справа)

Проектування нової форми колодки відбувалося із залученням програмних продуктів Crispin LastMaker та PowerShape в режимі порівняння форм колодка-стопа з використанням принципу зворотного інжинірингу (рис. 3.1.5.9.).

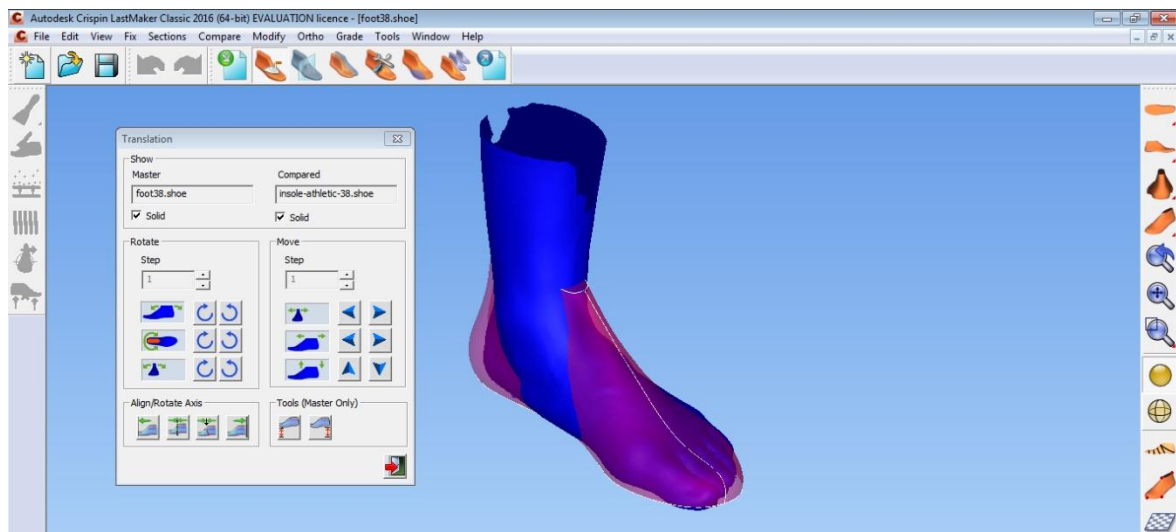


Рис. 3.1.5.9. Порівняння стопи і колодки в LastMaker

При цьому основні модифікації форми взуття у відповідності із формою стопи відбуваються за наступним алгоритмом:

1) Довжина. Довжина сліду колодки приводиться до наступного параметру:

$D_{сл} = D_{ст} + П - S$ , де

$D_{ст}$  – довжина стопи, мм;

$S$  – зсув в п'ятці, мм;

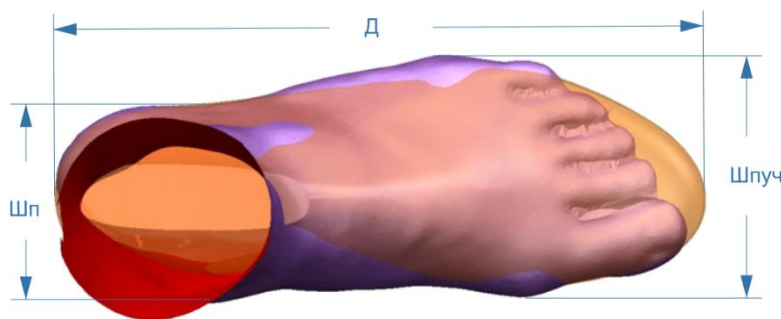
$П$  – припуск, що складається з мінімального функціонального припуску (для жіночого літнього взуття – 5мм) та декоративного припуску, мм.

Для збільшення довжини сліду колодки виконується загальне масштабування колодки (функція *Масштаб*).

Основні лінійні розміри колодки зображені на рис. 3.1.5.10.

2) Ширина колодки. Ширина сліду на рівні пучків – на 5-8 мм менша ніж габаритна ширина колодки в цій ділянці. Виконується масштабування колодки по ширині у перерізі на відстані  $0,68D$ .

3) Ширина п'ятки. Ширина сліду на рівні середини п'ятки – на 1-3 мм менша, ніж габаритна ширина стопи в цій ділянці. Коригування ширини сліду на рівні середини п'ятки, переріз  $0,18D$  (функція *Розширені налаштування\П'ятка\Ширина*).



$D$  – довжина колодки  
 $Шпуч$  – ширина колодки  
 $Шп$  – ширина п'ятки

Рис. 3.1.5.11. Основні лінійні габаритні розміри колодки в режимі порівняння із стопою

4) Обхват пучків. Обхват колодки через внутрішній та зовнішній пучки – на 3-5 мм менший ніж аналогічний периметр форми стопи. Коригування параметру виконується шляхом зміни ширини та висоти відповідного поперечного перерізу колодки (функція *Розширені налаштування\Пучки\Ширина, а також Модифікація перерізів*).



5) Обхват підйому. Обхват колодки на рівні середини стопи – на 5-8 мм більший ніж аналогічний обхват стопи. Коригування параметру виконується аналогічно модифікації обхвату в пучках (функція *Модифікація перерізів*).

6) Обхват косоного підйому. Обхват через нижню точку п'ятки та точку гребеня. Коригування параметру виконується шляхом зміни положення точки гребеня (функція *Розширені налаштування\Пучки\Положення точки гребеня*).

Основні параметри колодки зображені на рис. 3.1.5.12.

7) Кут п'ятки. Кут між центральною віссю стопи та віссю симетрії п'яtkової частини сліду.

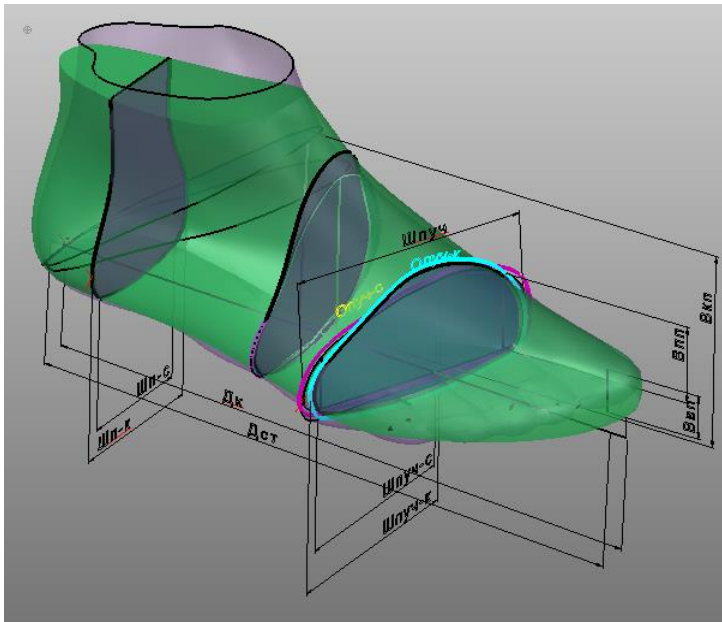
8) Кут носка. Кут між центральною віссю стопи та віссю симетрії носкової частини сліду (рис. 6). Коригування відбувається шляхом зміни кута носка на  $\pm 1-5$  градусів (функція *Розширені налаштування\Носок\Кут вісі*).

9) Конфігурація носкової частини сліду у відповідності до форми стопи. Відбувається за допомогою використання функції *Профілі* (носкова частина сліду).

10) Конфігурація поперечного перерізу пучків з урахуванням необхідної висоти внутрішнього пучка (висоти голівки першої плесневої кістки). Використовується *Модифікація верхнього контуру поперечного перерізу*.

11) Конфігурація п'яtkового контуру поздовжньо-вісьового перерізу колодки (використовуються *Профілі*).

12) Конфігурація контурів поперечних перерізів за необхідністю (кривизна поперечних контурів п'яtkової, геленкової частини та ін). Використовується *Модифікація верхнього контуру поперечного перерізу*.



Шпуч – ширина пучків  
 Опуч-к – обхват пучків на колодці  
 Опуч-с – обхват пучків на стопі  
 Шпуч-к – ширина пучків (колодка) на рівні габаритної частини  
 Шпуч-с – ширина пучків (колодка) на рівні ребра сліду  
 Шп-к – ширина п'ятки (колодка) на рівні габаритної частини  
 Шп-с – ширина п'ятки (колодка) на рівні ребра сліду  
 Дк – довжина сліду колодки  
 Дст – довжина сліду стопи  
 Ввп – висота великого пальця  
 Впп – висота прямого підйому  
 Вкп – висота косого підйому

Рис. 3.1.5.12. Основні параметри колодки та стопи

Сьогодні 3D технології широко використовуються для різних процесів дизайнерсько-конструкторської підготовки взуттєвого виробництва.

У більшості випадків вихідною інформацією для проектування антропометрично обґрунтованої ергономічної форми колодки є форма та параметри стопи замовника, які отримують шляхом її 3D-сканування.

Однак особливості сучасного масового виробництва взуття різних видів визначають ряд особливих дизайнерських завдань та передбачають використання різної інформації (рис. 3.1.5.13.). Ця інформація визначає особливі алгоритми процесу проектування.

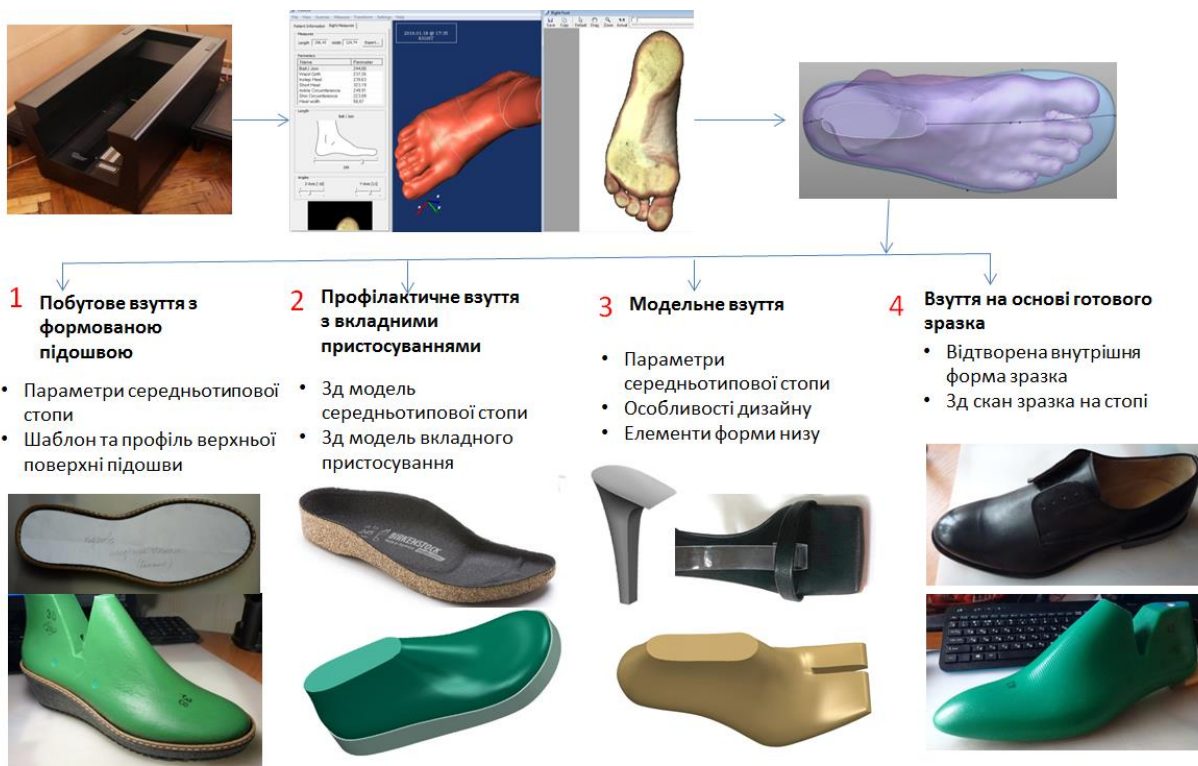


Рис. 3.1.5.13. Варіанти підходу до проектування взуттєвих колодок з урахуванням задач проектування

Але в даній роботі було поставлено нову задачу – розробити елементи взуття на основі існуючої форми для створення нового дизайну взуття, використовуючи в якості основи старе, але зручне взуття замовника.

Тому в якості об'єкта сканування використовували готове взуття на нозі замовника.

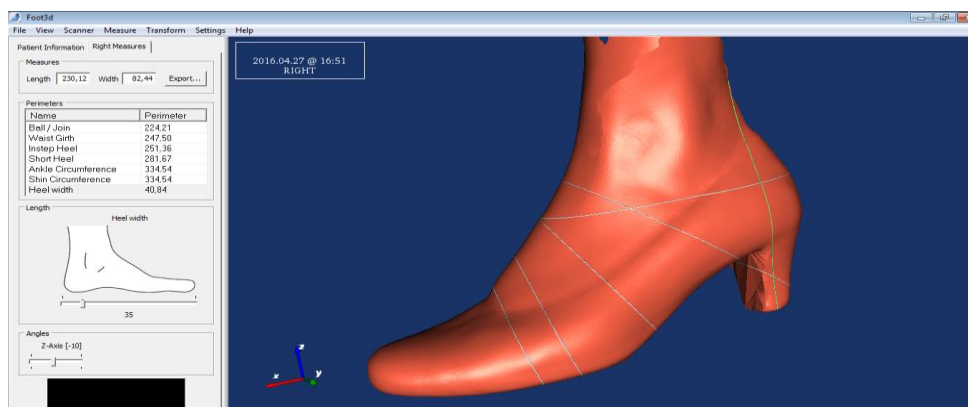


Рис. 3.1.5.14. Скан ноги замовника у взутті

Для подальшої роботи з формою елементів нового дизайну взуття нам треба було створити базову форму, яка слугуватиме основою при розробці накладних

елементів конструкції. Для цього використовували програмний продукт Crispin LastMaker

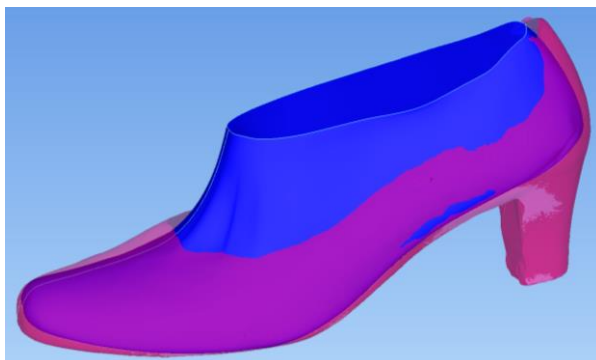


Рис. 3.1.5.15. Порівняння стопи і колодки в LastMaker

Далі ми перевіряли відповідність параметрів стопи замовника параметрам спроектованої колодки.

Таблиця 3.1.5.1. Параметри стопи замовника та цифрової моделі колодки

Параметр	Стопа	Колодка
Довжина (стопи-сліду), мм	242	250
Обхват в пучках, мм	230	219
Прямий підйом, мм	226	228
Косий підйом, мм	311	319

Використовуючи 3D-сканер стопи, споживачі за лічені секунди отримують найкращі рекомендації щодо моделей взуття, засновані на біометричних та функціональних характеристиках, а не просто вибирають на основі улюбленого бренду, кольору та ціни. У той же час вони можуть бути впевнені, що їхні ноги більше не хворітимуть і не заважатимуть їм улюбленого спорту – незалежно від рівня підготовки!

У взуттєвій галузі 3D принтери вже активно застосовуються для друкування взуттєвих колодок, прототипів або зразків підошов, каблуків та інших деталей низу, фурнітури або готового взуття.



Рис. 3.1.5.16. Можливості застосування 3D друку у взуттєвій промисловості

За допомогою залучення 3D принтера ми можемо скоротити технологічний процес виготовлення взуття в рази, адже виготовлення монокомпонентного друкованого взуття за індивідуальним замовленням вміщується в 5 операцій, а якщо говорити про стандартне взуття, то це фактично одноетапний процес:

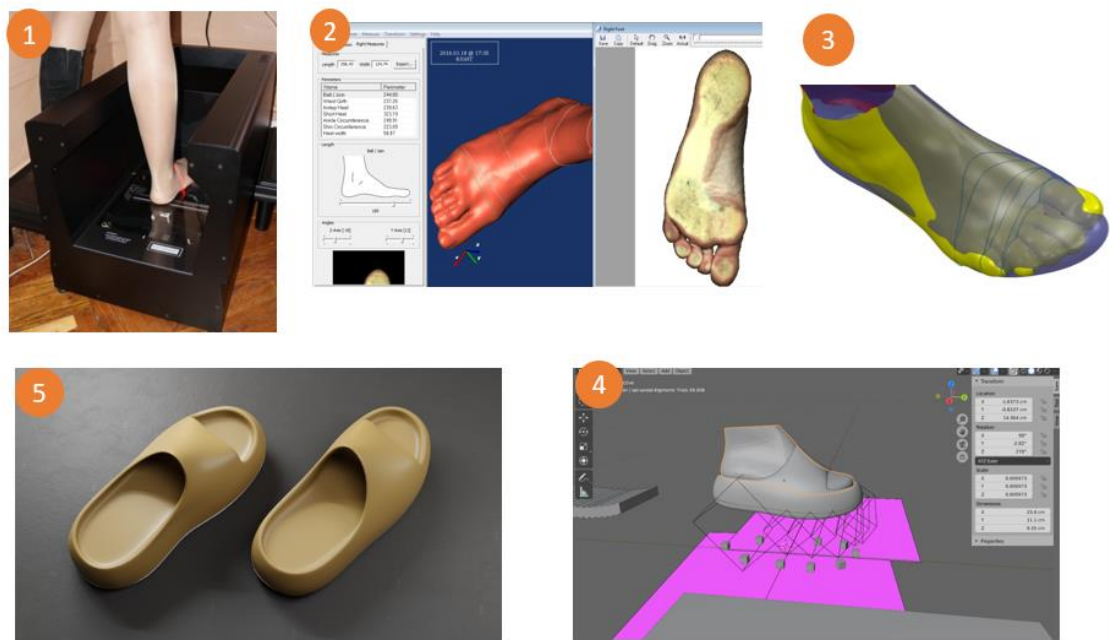


Рис. 3.1.5.17. Процес виготовлення монокомпонентного друкованого взуття за індивідуальним замовленням

### 3.2. Визначення групи споживачів та об'єкту проектування

Створювані художниками-модельєрами моделі одягу повинні відповідати різноманітним вимогам. З одного боку, вироби, виконані за цими моделями як предмети особистого користування, повинні бути красивими, модними,

відповідними призначенням, зовнішнім виглядом споживача, гігієнічними, зручними, здатними зберігати форму та розміри, найважливіші споживчі властивості протягом усього періоду експлуатації. З іншого боку, моделі мають відповідати економічним та технічним можливостям сучасного масового виробництва одягу.

При створенні моделі враховуються споживчі вимоги до майбутнього виробу, особливості цих вимог у зв'язку з соціальними, віковими, морфологічними особливостями людини, її способом життя, смаком, звичками і т.д. Моделювання проводиться диференційовано залежно від віку споживача, його повноти та інших розмірних показників. Тому кожна модель, яку розробляє художник-модельєр, адресується певній групі споживачів.

При створенні моделей визначальну роль формуванні їхнього зовнішнього вигляду, форми, найважливіших властивостей грають матеріали. Матеріал, його пластичні властивості, диктують форму виробу.

Результати дослідження характеристики типу споживачів одягу надано в Додатку А.

Обрана група споживачів складається з жінок молодшої групи, розмірної групи 84-92, зростів 170-176, 1 та 2 повнотних груп, доліхоморфного типу пропорцій, з прямою поставою, середньою висотою плечей, опуклою формою стегон, пласкою формою живота, середньою довжиною шиї, будь-якою формою обличчя, будь-яким кольоровим типом, що проживають у місті, селі, або СМТ, займаються неформальною діяльністю, середньо-забезпечені, високо інформовані, з будь-яким характером та темпераментом, та з авангардним відношенням до моди.

Таблиця 3.2. Визначення виду одягу та взуття для проектування

<b>Найменування ознаки</b>	<b>Одяг</b>	<b>Взуття</b>
Сезон, кліматична зона	Помірна кліматична зона	
Ситуація використання	Театральні постановки	
Призначення	Урочистий	

Статус споживача	Середньо-забезпечені	
Види одягу/взуття/аксесуарів	Блузка, Шорти	Пантолети

Виріб всесезонний, для помірною кліматичної зони, в якості ситуації використання обрано театральні постановки та урочисте призначення, середньо-забезпечений статус споживача та наступні види одягу: блузка, шорти, та такий вид взуття – пантолети.

### 3.3. Визначення споживчих вимог

Показники якості – це кількісні та якісні характеристики властивостей продукції. Вони об'єднані в ряд груп.

Показники призначення (функціональні) - відповідність моделі призначенню виробу, віку та типу споживача, розмірним характеристикам фігури.

Естетичні показники - стилістична виразність моделей, тобто відповідність виробу моді за силуетом, пропорціями, формою деталей, кольором, основними і оздоблювальними матеріалами:

- цілісність композиційного вирішення (модельна архітектоніка);
- раціональність вираження властивостей матеріалу у формі побудови моделі (тектоніка моделі);
- новизна, виразність та оригінальність моделі;
- довершеність і витонченість обробки всіх відкритих елементів виробу;
- виразність фірмових найменувань, маркувальної етикетки, упаковки та супровідної документації.

Ергономічні (конструктивні) показники - відповідність конструкції виробу розмірам і формі тіла людини, посадка виробу на фігурі, збалансованість:

- зручність оформлення виробу в динаміці;
- відповідність конструкції психофізіологічним особливостям людини.

Гігієнічні показники - відповідність конструкції та матеріалів швейного виробу санітарно-гігієнічним вимогам і рекомендаціям.

Технологічні показники:

- показники раціональності конструктивного рішення технологічної обробки виробу;
- використання при вирішенні конструкції основних конструктивних основ, типових і уніфікованих деталей і вузлів;
- матеріаломісткість виробу;
- оптимальне конструктивне рішення (технологічність конструкції);

Показники якості швейних виробів для колекції надано в Додатку Б.

Після використання літератури та дослідження ситуації використання одягу виконався аналіз споживчих та виробничих вимог до видів одягу і сформулювались ознаки майбутнього виробу та вимоги до нього у порядку їх значущості для споживачів.



### 3.4. Визначення творчого джерела для розробки нової моделі одягу та взуття

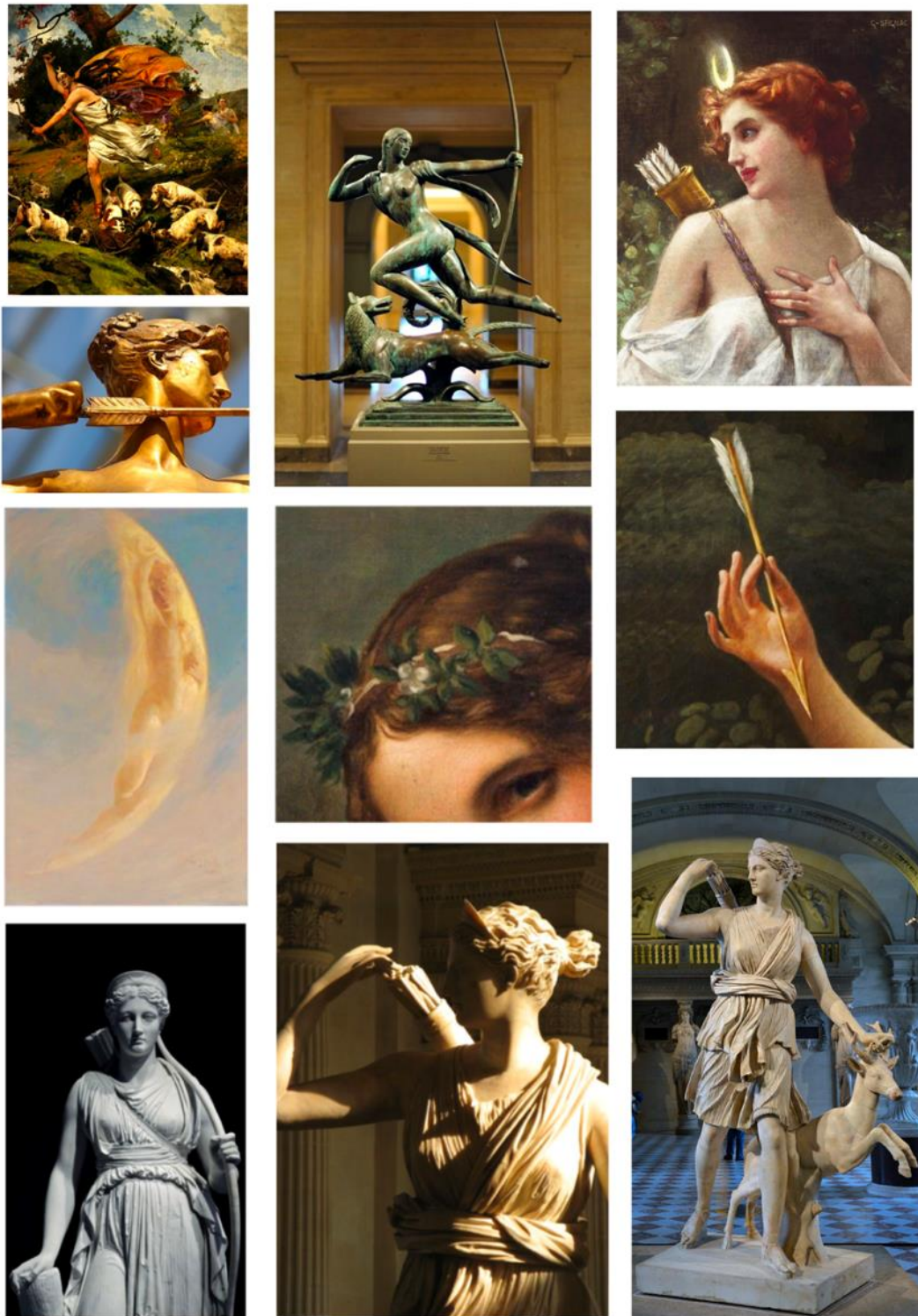


Рис. 3.4. Творче джерело «Модернізація образу Артеміді для театру»

В підрозділі визначено творче джерело для розробки нової моделі одягу та взуття.

### 3.5. Трансформація творчого джерела в геометричну або об'ємнопросторову форму одягу/ взуття або аксесуарів

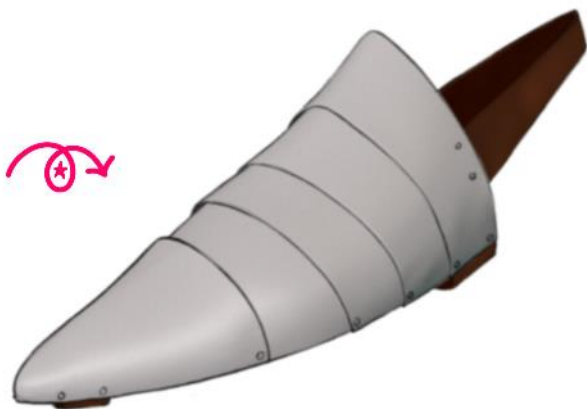


Рис. 3.5.1. Трансформація творчого джерела в форму взуття

Отже, із застосуванням графіки обрано додаткове творче джерело та трансформовано в форму взуття, яка відповідає загальному духу колекції.



Рис. 3.5.2. Трансформація творчого джерела в форму одягу  
 В підрозділі, із застосуванням графіки обрано додаткове творче джерело та трансформовано в форму взуття, яка відповідає загальному духу колекції.

### 3.6. Розробка творчих замальовок нових моделей одягу



Рис. 3.6.1. Творчі замальовки нової моделі одягу

### 3.7. Розробка творчих замальовок нових моделей взуття

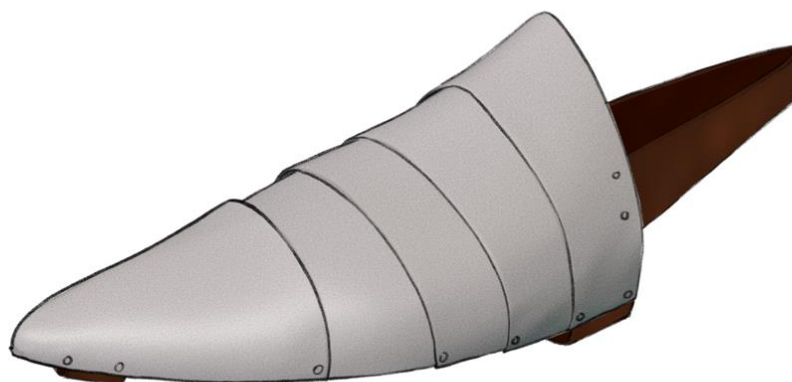


Рис. 3.7.1. Творчі замальовки нової моделі взуття

Отже, на основі творчого джерела та трансформованих елементів костюму було створено ескізи моделей одягу та взуття.

### 3.8. Виконання технічного рисунку та опису зовнішнього виду виробу

#### Загальний вид та опис художньо-технічного оформлення зразка базової моделі блузи жіночої

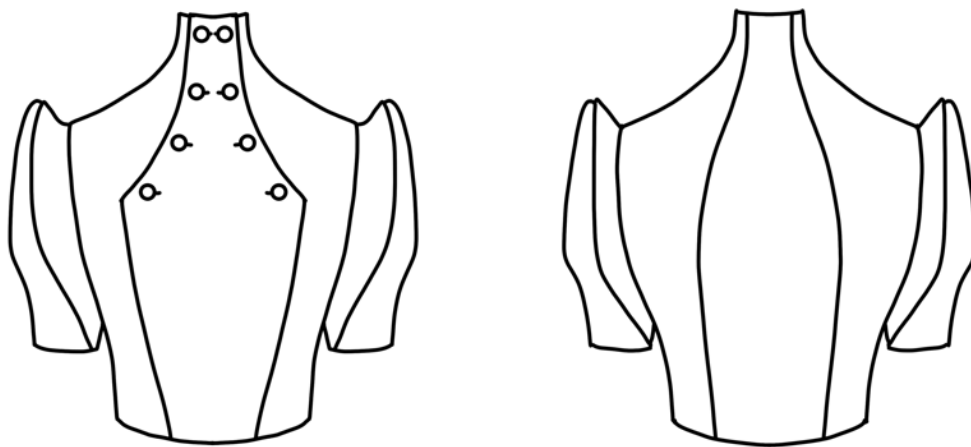


Рис. 3.8.1. Загальний вид базової моделі блузи жіночої

Блуза жіноча, святкова, з гобелену для жінок молодшої вікової групи.

Блуза прилеглого силуету, з рукавом типу «паф», двубортна, довжиною до талії.

Рукав – паф, трьохшовний, довжиною до середини плеча.

Горловина – суцільнокрійний стояк.

Пілочка з двома вертикальними рельєфами від горловини до низу. Від горловини до лінії грудей рельєфні шви відкриваються в двубортну декоративну застібку на восьми гудзиках та восьми обметаних петлях.

Спинка з двома вертикальними рельєфами від горловини до низу.

Блуза має потайну застібку «блискавка» в бічному шві.

Блуза рекомендується для розміру 176-80-88, I - II-ї повнотної групи.

### Загальний вид та опис художньо-технічного оформлення зразка базової моделі шортів жіночих

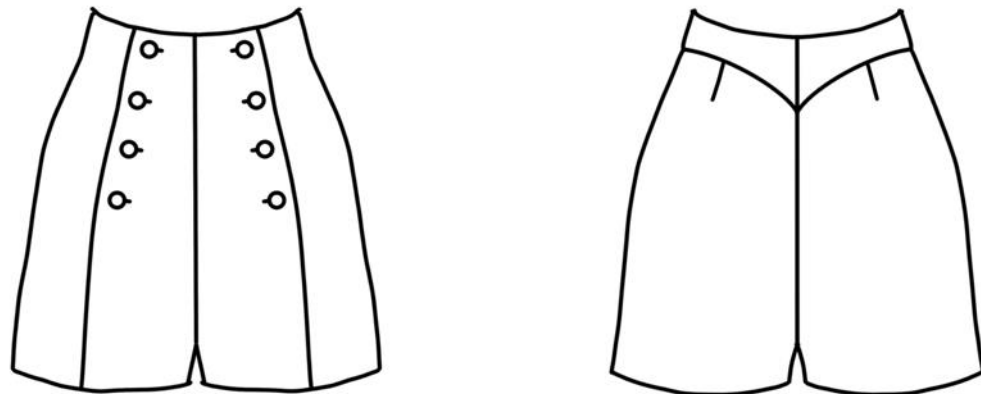


Рис. 3.8.2. Загальний вид шортів жіночих

Шорти жіночі, святкові, з гобелену для жінок молодшої вікової групи.

Шорти напівприлеглого силуету, з завищеною лінією талії.

Передня половинка з двома рельєфними швами від лінії талії до низу виробу в яких розміщена застібка на восьми гудзиках та восьми обметаних петлях.

Задня половинка з фігурною кокеткою та двома талієвими виточками.

Шорти рекомендуються для розміру 176-80-88, I - II-ї повнотної групи.

Отже, на основі творчих ескізів моделей одягу та взуття було створено загальні види та описи художньо-технічного оформлення зразків базових моделей.

### **3.9. Формування вихідних даних для отримання нової конструкції, обрання методу формоутворення нової моделі одягу та визначення конструктивних прибавок**

Перед визначенням розмірних ознак та конструктивних прибавок потрібно визначити вихідні дані для розробки базових конструкцій, таких як вид виробу, матеріал, розмір та повнотну групу, форму виробу та ознаки покрою виробу.

Таблиця 3.9.1 – Вихідні дані до розробки базової конструкції нової моделі одягу блузи жіночої 176-80-88

Назва ознаки	Характеристика ознаки
Вид виробу	Блуза
Матеріал верху	Гобелен
Базовий розміро-зріст	176-80-88
Повнотна група	II
Форма виробу	Комбінована
Ознаки покрою виробу (членування основних деталей)	Пілочка і спинка з рельєфними швами з горловини

Таблиця 3.9.2 – Вихідні дані до розробки базової конструкції нової моделі одягу шортів жіночих 176-80-88

Назва ознаки	Характеристика ознаки
Вид виробу	Шорти
Матеріал верху	Гобелен
Базовий розміро-зріст	176-80-88
Повнотна група	II
Форма виробу	Комбінована
Ознаки покрою виробу (членування основних деталей)	Передня і задня половинки з рельєфними швами

Для точної побудови базових моделей виробів в таблицю заносяться розмірні ознаки фігури. Вони включають ріст, обхват грудей III, обхват талії, довжина переду до талії, довжина спинки до талії, висоту грудей, ширину спини, ширину грудей, довжину виробу, відстань між найбільш виступаючими точками грудей, довжину руки, обхват плеча, обхват зап'ястя, ширину плеча, обхват стегон.

Результати вимірів розмірних ознак типової фігури р. 176-80-88 надано в Додатку Г.

### 3.10. Вибір типової базової конструкції виробу та розробка схем моделювання нової моделі одягу

Базова конструкція – це розгортка основних деталей виробу на креслені, їх взаємному розташуванню відповідно до лінії базисної сітки. Від правильно вибраної техніки побудови базової конструкції залежить якість подальшого виробу. Для розробки конструкції базових моделей блузи та шорт жіночих обрано розрахунково-графічний метод побудови креслення. Цей метод відноситься до методики конструювання першого класу. Суть даного методу полягає в тому, що відповідно вибраних ліній розгортання визначається положення основних точок креслення на площині.

Послідовність побудови креслення деталей базової конструкції блузи та шорт жіночих надано в Додатку Д.

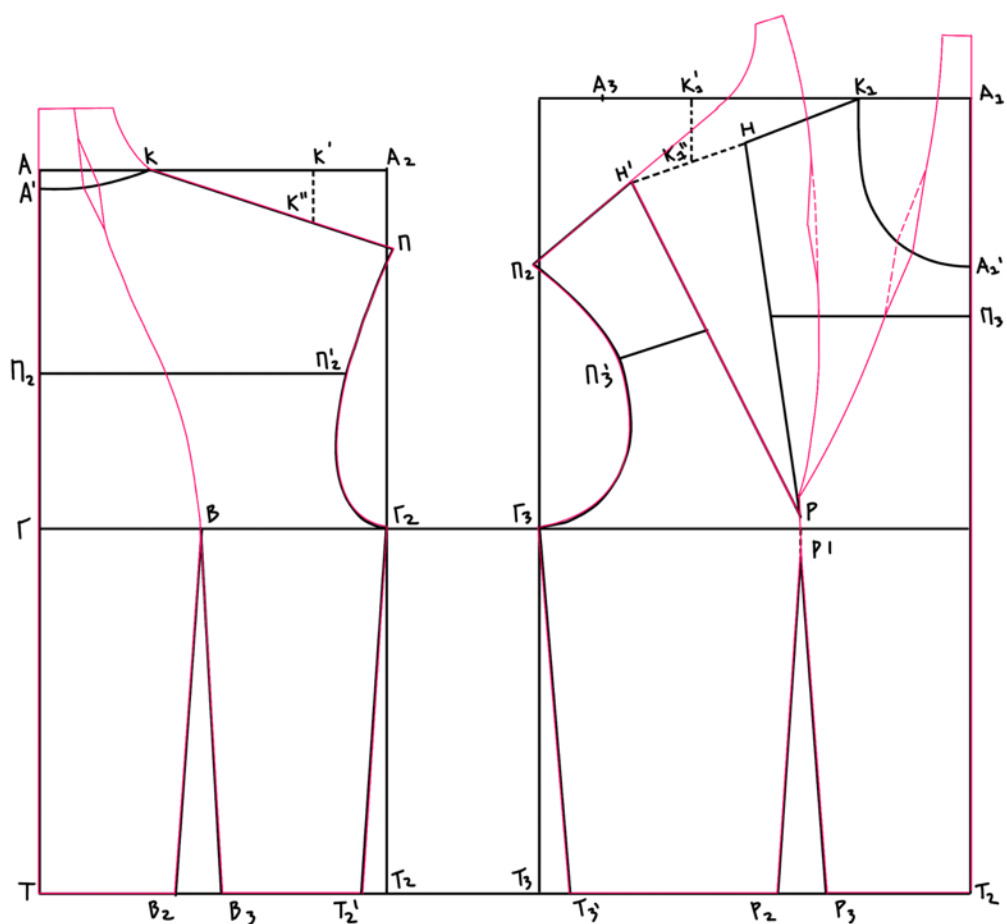


Рис. 3.10.1. Схема побудови базового лекала та базової моделі переду і спинки блузи жіночої з вшивними рукавами 176-80-88



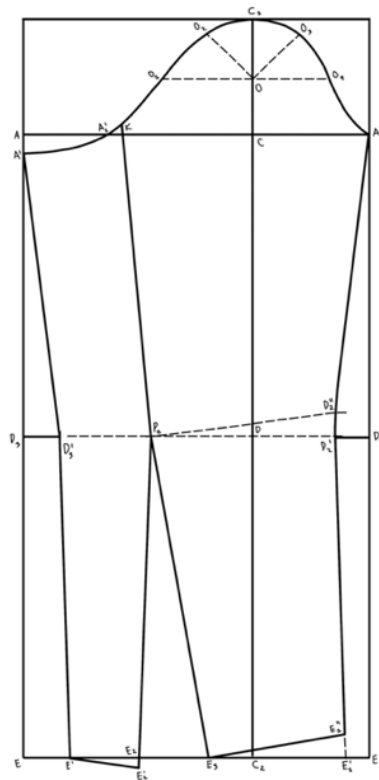


Рис. 3.10.2. Схема побудови базового лекала вшивного одношовного рукава блузи жіночої з вшивними рукавами 176-80-88

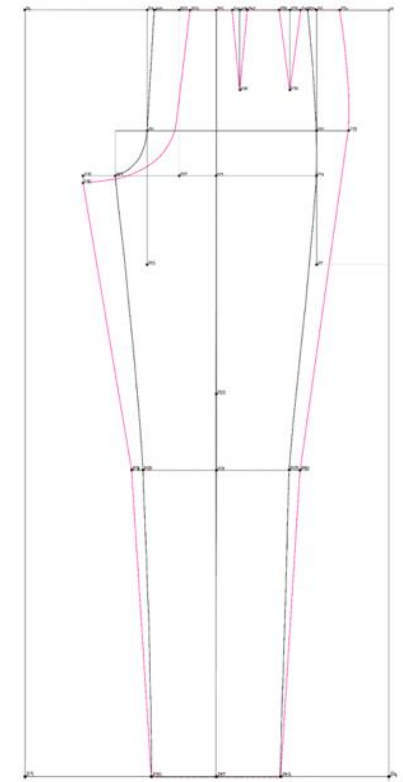


Рис. 3.10.3. Схема побудови базового лекала штанів жіночих 176-80-88

В підрозділі розглянуто та обрано методика побудови базових лекал та базових моделей одягу.

### 3.11. Моделювання базових моделей блузи та шортів жіночих

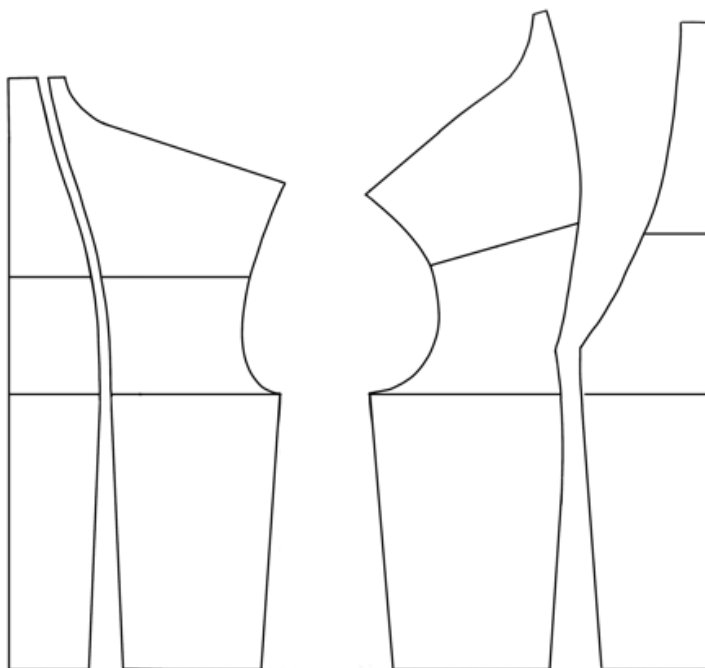


Рис. 3.11.1. Схема моделювання базової моделі блузи жіночої

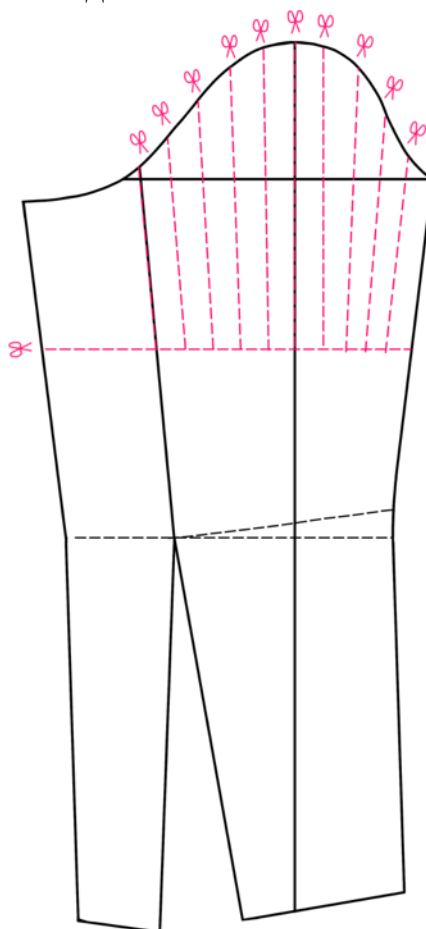


Рис. 3.11.2. Схема моделювання рукава базової моделі блузи жіночої

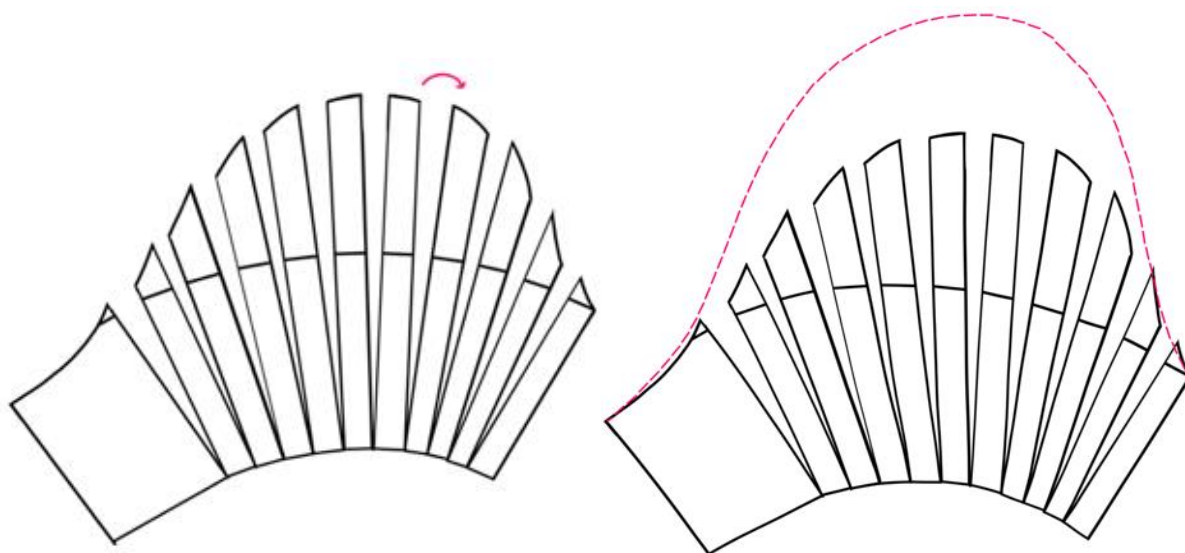


Рис. 3.11.3. Схема моделювання рукава базової моделі блузи жіночої

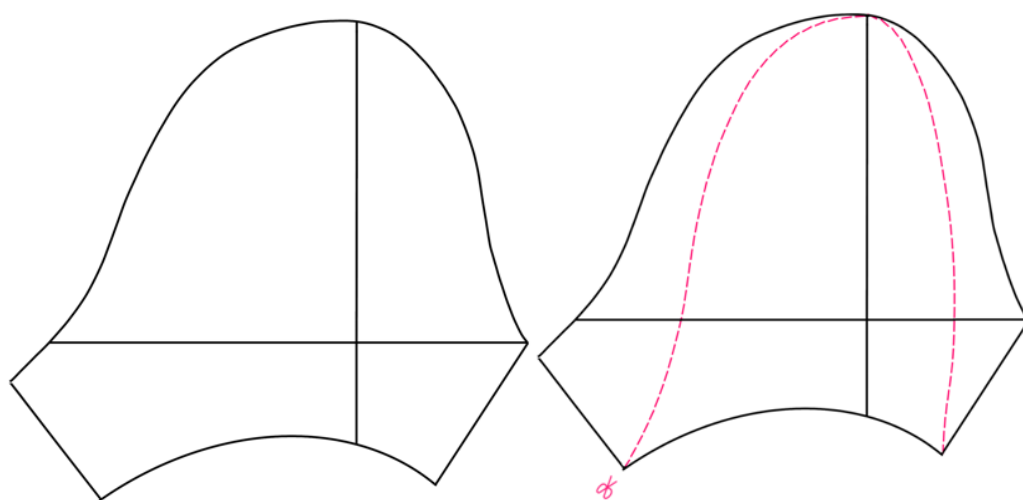


Рис. 3.11.4. Схема моделювання рукава базової моделі блузи жіночої

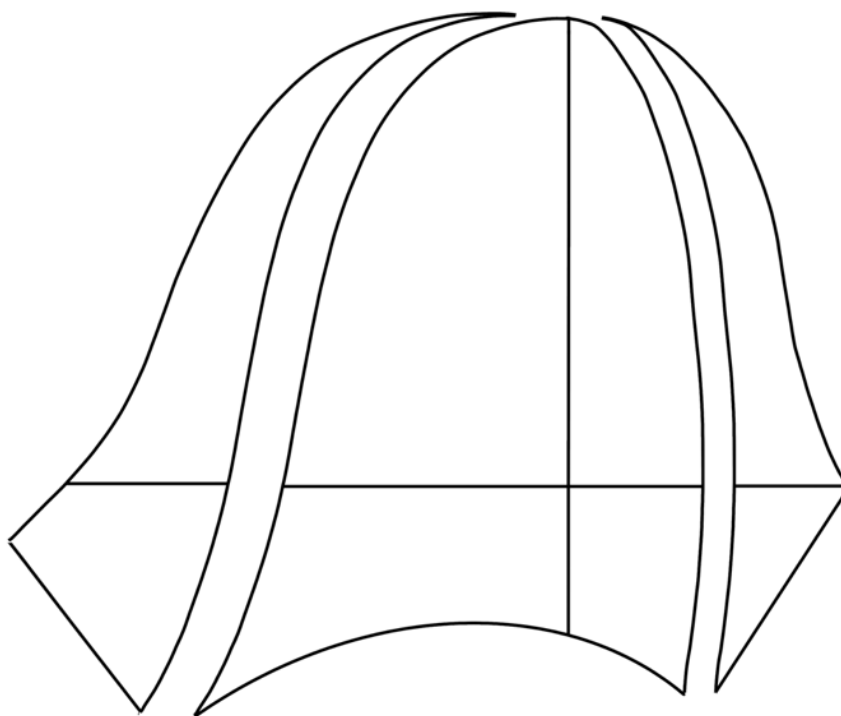


Рис. 3.11.5. Схема моделювання рукава базової моделі блузи жіночої

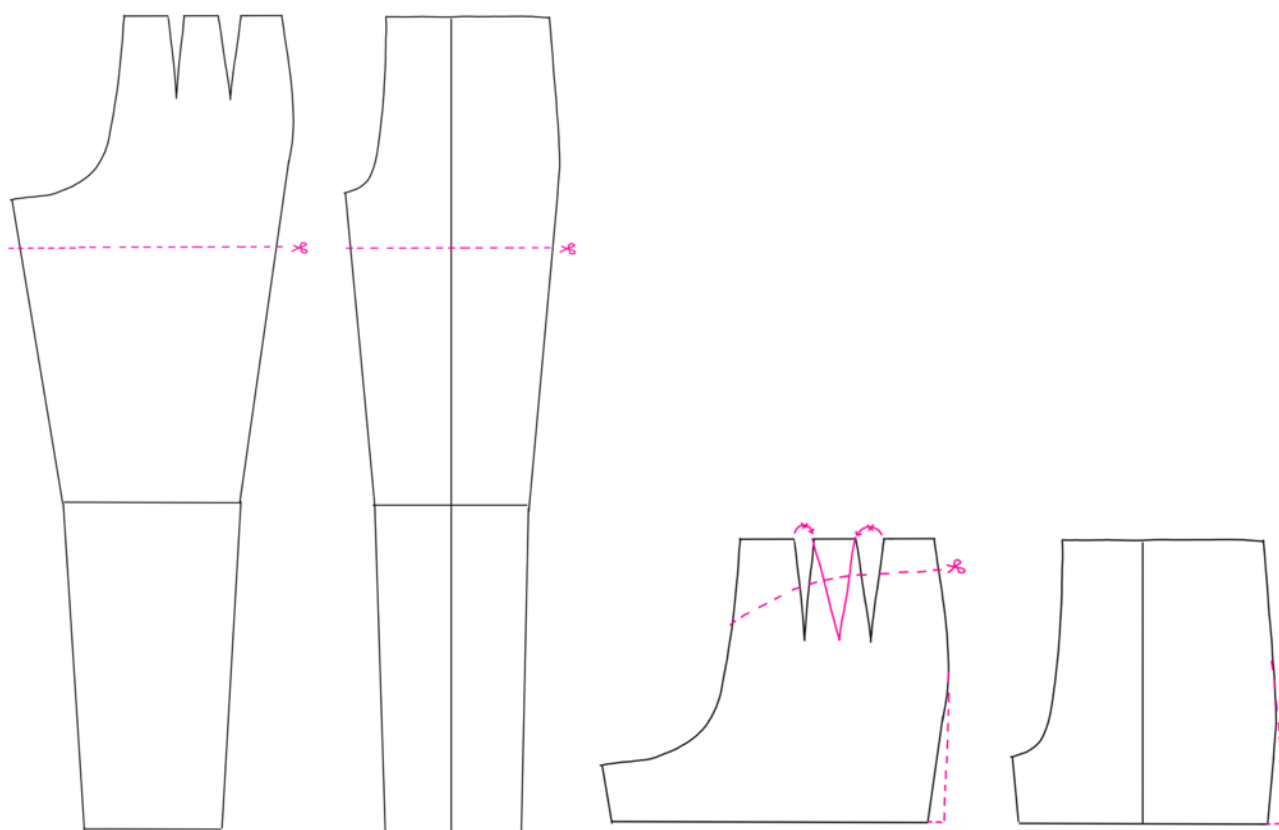


Рис. 3.11.6. Схема моделювання базової моделі шортів жіночих

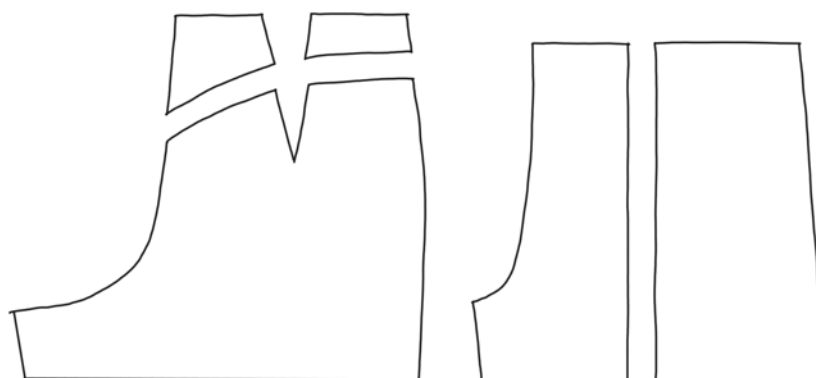


Рис. 3.11.7. Схема моделювання базової моделі шортів жіночих

Отже, побудовано базові лекала та моделі виробів одягу, після цього виконане необхідне конструктивне моделювання конструкцій та зображено вигляд деталей виробів.

### 3.12. Розробка технічного опису базової моделі блузи та шортів жіночих

Таблиця 3.12.1. Специфікація деталей блузи жіночої 176-78-88

№	Найменування деталей	Кількість	
		Лекал	Деталей крою
1	2	3	4
	Основна тканина		
1	Центральна частина пілочки	1	2
2	Бічна частина пілочки	2	2
3	Центральна частина спинки	1	2
4	Бічна частина спинки	2	2
5	Обшивка горловини пілочки	2	2
6	Верхня частина рукава	1	2
7	Ліва частина нижньої частини рукава	1	2
8	Права частина нижньої частини рукава	1	2
9	Доклад Обшивка горловини пілочки	1	2

Таблиця 3.12.2. Специфікація деталей шортів жіночих 176-78-88

№	Найменування деталей	Кількість	
		Лекал	Деталей крою
1	2	3	4
1	Основна тканина		
1	Центральна частина передньої половинки	1	2
2	Бічна частина переду	1	2
3	Основна частина задньої половинки	1	2
4	Кокетка задньої половинки	1	1

Отже, підготовлено перелік всіх необхідних елементів виробів та створено специфікацію деталей блузи та шорт жіночих на розміро-зріст 176-78-88.

### 3.13. Виготовлення блузи та шорт жіночих



Рис. 3.13. Фото готових виробів блузи та шорт жіночих

В підрозділі виготовлено моделі блузи та шорт з використанням апсайклінгу з гобеленової тканини.

### Висновки до розділу 3

1. Проаналізовано та описано етапи проектування взуття жіночого, а саме отримання вихідної інформації для процесу проектування за допомогою 3D сканеру, проектування деталей взуття в програмі для 3D-моделювання Blender, підготовка деталей до 3D друку за допомогою програми-слайсеру Ultimaker-Cura, а також вивід та друк деталей на 3D-принтері.

2. Обрано групу споживачів, яка складається з жінок молодшої групи, розмірної групи 84-92, зростів 170-176, 1 та 2 повнотних груп, доліхоморфного типу пропорцій, з прямою поставою, середньою висотою плечей, опуклою формою стегон, пласкою формою живота, середньою довжиною шиї, будь-якою формою обличчя, будь-яким кольоровим типом, що проживають у місті, селі, або СМТ, займаються неформальною діяльністю, середньо-забезпечені, високо інформовані, з будь-яким характером та темпераментом, та з авангардним відношенням до моди.

3. Після використання літератури та дослідження ситуації використання одягу виконався аналіз споживчих та виробничих вимог до видів одягу і сформулювались ознаки майбутнього виробу та вимоги до нього у порядку їх значущості для споживачів.

4. Визначено творче джерело для розробки нової моделі одягу та взуття. Із застосуванням графіки обрано додаткове творче джерело та трансформовано в форму одягу та взуття, яка відповідає загальному духу колекції. На основі творчого джерела та трансформованих елементів костюму було створено ескізи моделей одягу та взуття.

5. Виконано композиційно-конструктивний аналіз нових моделей одягу та взуття. На основі творчих ескізів та композиційно-конструктивного аналізу моделей одягу та взуття було створено загальні види та описи художньо-технічного оформлення зразків базових моделей.

6. Отримано та занесено в таблицю для точної побудови базових моделей виробів розмірні ознаки фігури. Вони включають ріст, обхват грудей III, обхват талії, довжина переду до талії, довжина спинки до талії, висоту грудей, ширину

спини, ширину грудей, довжину виробу, відстань між найбільш виступаючими точками грудей, довжину руки, обхват плеча, обхват зап'ястя, ширину плеча, обхват стегон.

7. Розглянуто та обрано методики побудови базових лекал та базових моделей одягу. Побудовано базові лекала та моделі виробів одягу, після цього виконане необхідне конструктивне моделювання конструкцій та зображено вигляд деталей виробів.

8. Підготовлено перелік всіх необхідних елементів виробів та створено специфікацію деталей блузи та шорт жіночих на розміро-зріст 176-78-88.

9. Виготовлено моделі блузи та шорт з використанням апсайклінгу з гобеленової тканини.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У дипломному магістерському проєкті проведено допроєктні дослідження, в результаті яких були визначені вимоги до проєктування ансамблю театрального костюму та характеристики екологічних матеріалів, технологій та методів. Було сформульовано мету проєктування, проаналізовано матеріали та визначено необхідні конструктивні рішення.

2. Розроблено творчу концепцію ансамблю театрального костюму, в якому було показано основну символіку та образ джерела. Композиційно-конструктивний устрій моделі було побудовано на основі характерних властивостей творчого джерела.

3. Костюм створено на основі творчого джерела, яке було модернізовано та переосмислено. Під час проєктування костюму було враховано вимоги до театрального костюму та проаналізовано необхідні властивості.

4. Обрано спосіб конструювання основної моделі одягу та взуття, визначені прибавки та розмірні ознаки фігури, побудовано базову модель блузи та шорт а також змодельовано взуття в 3D програмі, підготовлено та надруковано на 3D принтері.

5. Розроблено остаточні лекала та необхідна документація на виріб, виготовлено за допомогою апсайклінгу. Розроблено технологічну послідовність виготовлення базової моделі блузи та шорт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The price of fast fashion. *Nature Clim Change* 8, 1 (2018).  
<https://doi.org/10.1038/s41558-017-0058-9>
2. Rachel Dottle. Jackie Gu. The Global Glut of Clothing Is an Environmental Crisis. 2022. FEB 23. Режим доступу: <https://www.bloomberg.com/graphics/2022-fashion-industry-environmental-impact/>
3. Кругова економіка - тренд сучасності. Режим доступу: [https://www.instagram.com/p/CF6qU2npjIQ/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link](https://www.instagram.com/p/CF6qU2npjIQ/?utm_source=ig_web_copy_link)
4. Kvasnytsya Roksolyana. Environmental and Ethic Conceptions in the Fashion Industry and Presentation Spaces for Fashionable Innovations. *International Academy Journal Web of Scholar*. 2019. 2(32).
5. UNIT 2 - Sustainable Materials and Components for Footwear. CTCP Portugal. 2016.
6. SUSTAINABLE FOOTWEAR: SAYING GOODBYE TO FAST FASHION. Режим доступу: [https://www.vionicsshoes.com/blog/sustainable-footwear-saying-goodbye-to-fast-fashion/?\\_cf\\_chl\\_tk=goHQob.PeulwPsZ5ntklDzoERBFuKtwEBWAWRsUhXjY-1660310183-0-gaNycGzNCSU](https://www.vionicsshoes.com/blog/sustainable-footwear-saying-goodbye-to-fast-fashion/?_cf_chl_tk=goHQob.PeulwPsZ5ntklDzoERBFuKtwEBWAWRsUhXjY-1660310183-0-gaNycGzNCSU)
7. What is Sustainability? Режим доступу: <https://www.sustain.ucla.edu/what-is-sustainability/>
8. What is Sustainable Footwear: Things to Know When Buying Shoes. Режим доступу: <https://makemesustainable.com/what-is-sustainable-footwear/>
9. Wanda Thompson. 6 Most Eco-Friendly Materials for Shoes. Режим доступу: <https://householdwonders.com/eco-friendly-materials-for-shoes/>
10. James Hillman. SUSTAINABLE CLOTHING MANUFACTURERS: THE ULTIMATE GUIDE FOR BRANDS. 2022. MAR 1. Режим доступу: <https://www.jameshillman.co.uk/blog/sustainable-clothing-manufacturers-the-ultimate-guide-for-brands>

11. Lizzy Cross. Zero Waste Pattern Cutting – Waste Not Want Not. 2020. DEC
12. Режим доступа: <https://modacircolare.com/zero-waste-pattern-cutting-waste-not-want-not/>
12. CLOTHES THAT GROW PULLOVER & BOTTOM BUNDLE. Режим доступа: <https://shop.petitpli.com/products/clothes-that-grow-set>
13. Process film. Режим доступа: <https://www.irisvanherpen.com/collections/seijaku>
14. Jeb Su. ShopTalk: Heuritech Uses Artificial Intelligence To Predict Fashion Trends From Millions Of Images. 2018. MAR 20. Режим доступа: <https://www.forbes.com/sites/jeanbaptiste/2018/03/20/shoptalk-heuritech-uses-artificial-intelligence-to-predict-fashion-trends-from-millions-of-images/?sh=36cd0add2a90>
15. Renee Cho. Why Fashion Needs to Be More Sustainable. 2021. JUN 10. Режим доступа: <https://news.climate.columbia.edu/2021/06/10/why-fashion-needs-to-be-more-sustainable/>
16. 7 sustainable fashion technologies for eco-friendly production. Режим доступа: <https://3dlook.me/content-hub/7-sustainable-fashion-technologies/>
17. Sayam Kochar. Top 9 Manufacturing Trends Shaping The Future Of Fashion. 2022. MAR 21. Режим доступа: <https://techpacker.com/blog/manufacturing/9-top-trends-in-fashion-manufacturing-technology/#robot-designs-for-the-manufacturing-floor>
18. Industry 4.0. Режим доступа: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/industry-4>
19. Yoosu Lee. Key trends shaping the footwear manufacturing industry in 2021. 2021. Режим доступа: <https://www.henkel-adhesives.com/vn/en/spotlights/all-spotlights/new-developments/footwear-manufacturing-industry.html>
20. Janne Kyttanen. Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Janne\\_Kyttanen](https://en.wikipedia.org/wiki/Janne_Kyttanen)
21. Edward Wakefield. 3D Printed Footwear. 2022. AUG 27. Режим доступа: <https://www.3dprintingmedia.network/category/consumer/3d-printed-footwear/>

22. Abigail. 3D Printing in Footwear Industry. 2022. OCT 14. Режим доступа: <https://www.wenext.com/blog/3D-Printing/3d-printing-in-footwear-industry>

23. 5 Exciting Examples of 3D Printing in Footwear Manufacturing. 2022. OCT 10. Режим доступа: <https://amfg.ai/2022/10/10/5-exciting-examples-of-3d-printing-in-footwear-manufacturing/>

24. Jovani Hernandez. Heron Preston And Zellerfeld Launch The HERON01, The World's First Fully 3D-Printed Shoe Available To The Public. 2021. OCT 5. Режим доступа: <https://sneakernews.com/2021/10/05/heron-preston-heron01-3d-shoe-zellerfeld-release-date/>

25. Michael Le. solebox Tasked Berlin Creatives With Designing Their Own ACRONYM x Nike Blazer Low Heel Clip. 2022. FEB 11. Режим доступа: <https://sneakernews.com/2022/02/11/acronym-nike-blazer-low-solebox-dynamics-lab-exhibition/>

26. Georgia Wilson. Stratasys/ECCO: 3D printing footwear manufacturing. 2021. NOV 17. Режим доступа: <https://manufacturingdigital.com/technology/stratasysecco-3d-printing-footwear-manufacturing>

27. Stratasys Partners With ECCO to Innovate Footwear Manufacturing Using 3D Printing Technology. 2021. NOV 15. Режим доступа: <https://investors.stratasys.com/news-events/press-releases/detail/760/stratasys-partners-with-ecco-to-innovate-footwear>

28. Medieval Sabatons or Sollerets. Режим доступа: <https://medievalbritain.com/type/medieval-life/weapons/medieval-sabatons-sollerets/>

29. CHRISTOPHER BYRNE. THE PIVOTAL ROLE OF SHOES ON BROADWAY. 2014. MAY 20. Режим доступа: <https://broadwaydirect.com/best-foot-forward-the-pivotal-role-of-shoes/>

30. Piperi Erald. Luigi Maria Galantucci. J Kaçani. E Shehi. Tatjana Spahiu. From 3D foot scans to footwear designing & production. November 2014. DOI: 10.13140/2.1.3172.6404

31. 3D Foot Scanner: What Is It and Why Is It a Necessity For Shoe Retailers? 2021. SEP 24. Режим доступу: <https://www.safesize.com/3d-foot-scanner-what-is-it-and-why-is-it-a-necessity-for-shoe-retailers/>

32. Lilia CHERTENKO, Olexandra NOS, Tatjana SPANIU. FASHION TRENDS IN AN ECO-FRIENDLY CONTEXT. Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion, м. Київ, 21 жовтня 2021 р. – Київ: КНУТД, 2021. – 144 с.

33. Jessica Powers. Sam Daley. How Does 3D Printing Work? 2022. JUL 28. Режим доступу: <https://builtin.com/3d-printing>

34. MOVING TOWARD ECO-FRIENDLY MANUFACTURING. Режим доступу: <http://my3dconcepts.com/explore/eco-friendly/>

35. David Marshall. Why upcycling clothes is the next big thing in sustainable fashion. 2021. MAY 6. Режим доступу: <https://immago.com/upcycling-clothes/>

36. ARTEMIS – GODDESS OF HUNTING. Greek Gods & Goddesses. 2021. NOV 19. Режим доступу: <https://greekgodsandgoddesses.net/goddesses/artemis/>

37. Shirvanimoghaddam, K., Motamed, B., Ramakrishna, S., Naebe, M. Death by waste: Fashion and textile circular economy case. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT. 2020. MAY 20. Volume 718. Article number 137317;

38. Han, SLC, Henninger, CE, Blanco-Velo, J, Apeageyi, P, Tyler, DJ. The circular economy fashion communication canvas. PRODUCT LIFETIMES AND THE ENVIRONMENT (PLATE). 2017. NOV 08-10. Page 161-165

39. 30 Sustainable Fabrics For The Most Eco Friendly Fashion. Режим доступу: <https://www.sustainablejungle.com/sustainable-fashion/sustainable-fabrics/>

40. Liné Cowley. 15 Best Sustainable Materials for Shoes. May 3. 2021. Режим доступу: [https://ecoworldonline.com/15-best-sustainable-materials-for-shoes/#1\\_Cork\\_Leather](https://ecoworldonline.com/15-best-sustainable-materials-for-shoes/#1_Cork_Leather)

41. Mario. How 3D modeling services are changing the fashion industry. CAD Design. Jan 7, 2021. Режим доступу: <https://www.cadcrowd.com/blog/how-3d-modeling-services-are-changing-the-fashion-industry/>

42. Liu, W. Discussion on the Green Design in Costumes. EQUIPMENT MANUFACTURING TECHNOLOGY AND AUTOMATION, PTS 1-3. 2011. Volume 317-319. Page 393-396

43. Zhao, J. Analysis on Green Initiative Costume Design Concept. ADVANCES IN TEXTILE ENGINEERING. 2011. Volume 331. Page 97-100

44. Han, SLC, Chan, PYL, Venkatraman, P, Apeageyi, P, Cassidy, T, Tyler, DJ. Standard vs. Upcycled Fashion Design and Production. FASHION PRACTICE-THE JOURNAL OF DESIGN CREATIVE PROCESS & THE FASHION INDUSTRY. 2017. Volume 9. Issue 1. Page 69-94

45. Dan, MC, Ostergaard, T, Circular Fashion: The New Roles of Designers in Organizations Transitioning to a Circular Economy. DESIGN JOURNAL. 2021. NOV 15. Volume 24. Issue 6. Page 1001-1021.

46. Чупріна Н. В. Апсайклінг та його визначення як напряму екодизайну в сучасній індустрії моди. Н. В. Чупріна, М. Б. Сусук. Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. 2014. № 3. С. 38-41.

47. Azariadis, P, Papagiannis, P, Koutkalaki, Z. Integrating modern virtual engineering tools in footwear design and development. AEGEAN INTERNATIONAL TEXTILE AND ADVANCED ENGINEERING CONFERENCE (AITAE 2018). 2018. Volume 459. Article Number 012072.

48. Jimeno-Morenilla, A, Sanchez-Romero, JL, Salas-Perez, F. Augmented and Virtual Reality techniques for footwear. COMPUTERS IN INDUSTRY. DEC 2013. Volume 64. Issue 9. Page 1371-1382.

49. Mukendi, A, Davies, I, Glozer, S, McDonagh, P. Sustainable fashion: current and future research directions. EUROPEAN JOURNAL OF MARKETING. 2020. DEC 3. Volume 54. Issue 11. Page 2873-2909.

50. Kozlowski, A, Bardecki, M, Searcy, C. Tools for Sustainable Fashion Design: An Analysis of Their Fitness for Purpose. SUSTAINABILITY. 2019. JUL 1. Volume 11. Issue 13.

51. Henninger, CE, Alevizou, PJ, Oates, CJ. What is sustainable fashion? JOURNAL OF FASHION MARKETING AND MANAGEMENT. 2016. Volume 20. Issue 4. Page 400-416.

52. Chertenko LP, Lypskyi TM, Garkavenko SS, Application of 3d modeling methods to extend the range of shoe lasts // Fashion Industry No2, 2020. С. 46-51. <https://doi.org/10.30857/2706-5898.2020.2.3>

53. Kvasnytsya Roksolyana. Environmental and Ethic Conceptions in the Fashion Industry and Presentation Spaces for Fashionable Innovations. International Academy Journal Web of Scholar. 2019. 2(32).

54. Lucy Jones. Six fashion materials that could help save the planet. Technology/Solutions. Режим доступа: <https://www.bbcearth.com/news/six-fashion-materials-that-could-help-save-the-planet>

55. T. Spahiu, H. Almeida, A. K. P. Manavis and Z. Kazlacheva, "PRODUCT CUSTOMIZATION – A GROWING TREND IN FASHION INDUSTRY," in Contemporary trends and innovations in textile industry, Belgrade, Serbia, 2021.

56. Shoe design software: What are the best options? (2022 update). Режим доступа: <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/3d-printing-software/shoe-design-software/>

57. Madeleine Streets. These 3D Technologies Are Changing the Way Shoes Are Made. 2020. AUG 4. Режим доступа: <https://footwearnews.com/2020/business/technology/3d-software-design-ecommerce-visual-assets-1203036136/>

58. Carlota V. 3D Printed Shoes: what's available on the market today?. 2022. MAR 4. Режим доступа: <https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-shoes-whats-available-on-the-market-today/#!>

59. Yin Jing; Lei Ye; Lin Zhu. The impact of digital technology on footwear design and manufacturing. 2021 International Conference on Computer Technology and Media

Convergence Design (CTMCD). 2021. APR 23. DOI: 10.1109/CTMCD53128.2021.00048.

60. The rise of the digital in the footwear industry. 2018. AUG 10. Режим доступа: <https://www.worldfootwear.com/news/the-rise-of-the-digital-in-the-footwear-industry/3312.html>

61. Ross Authers. Retooling: Why The Future Of Footwear Is Digital. 2021. APR 23. Режим доступа: <https://www.theinterline.com/04/2021/retooling-why-the-future-of-footwear-is-digital/>

62. THE FUTURE OF FOOTWEAR. Режим доступа: <http://www.heavenhasheels.com/blog/2020/8/5/the-future-of-footwear-has-digital-technology-revolutionized-the-footwear-design-and-manufacturing-industries>



**ДОДАТКИ**

Таблиця А – Характеристика типу споживачів одягу

Назва ознаки	Варіанти ознаки				
	1	2	3	4	5
<b>Антропоморфологічні ознаки</b>					
Стать	Чоловіча	<u>Жіноча</u>			
Вікова група	<u>Молодша 18-29р.</u>	Середня 30-44р.	Старша 45 та більше	-	-
Розмірна група	<u>84-92</u>	96-104	108-116	120 та більше	-
Зріст	146-152	158-164	164-170	<u>170-176</u>	
Повнотна група	<u>1</u>	<u>2</u>	3	4	
Тип пропорцій	<u>Доліхоморфний</u>	Брахіморфний	Мезоморфний		
Постава	Сутула	Перегнута	<u>Пряма</u>		
Висота плечей	Високі	<u>Середні</u>	Низькі		
Форма стегон	<u>Округлі</u>	Повні	Пласкі		
Форма живота	<u>Плаский</u>	Випуклий	Великий		
Довжина шиї	Коротка	<u>Середня</u>	Довга		
Форма обличчя	<u>Кругле</u>	<u>Овальне</u>	<u>Квадратне</u>	<u>Трикутне</u>	<u>Прямокутне</u>
Кольоровий тип	<u>Весна</u>	<u>Літо</u>	<u>Осінь</u>	<u>Зима</u>	

Соціально-демографічні ознаки					
Місце проживання	<u>Село</u>	<u>СМТ</u>	<u>Місто</u>		
Рід діяльності	Представницька	Непредставницька	<u>Неформальна</u>		
Рівень достатку	Малозабезпечений	<u>Середньозабезпечений</u>	Високозабезпечений		
Ступінь інформованості	Малоінформований	Середньоінформований	<u>Високоінформований</u>		
Характер	<u>Активний</u>	<u>Пасивний</u>	<u>Помірний</u>		
Темперамент	<u>Холерик</u>	<u>Сангвінік</u>	<u>Меланхолик</u>	<u>Флегматик</u>	
Відношення до моди	<u>Авангард</u>	Помірний	Байдужий		

Таблиця Б. – Показники якості швейних виробів для колекції

Вимоги до швейного виробу	Показники якості	Забезпечуючі властивості
1	2	3
1 Естетичні показники	1.2 Відповідність виробу або структури матеріалу 1.5 Оригінальність моделі виробу 1.7 Рівень технічного виконання виробу	Оптичні Зовнішній вигляд
2 Ергономічні показники напрямку моди	2.1 Коефіцієнт повітропроникності 2.2 Коефіцієнт паропроникності 2.3 Коефіцієнт пилопроникності 2.4 Коефіцієнт водопроникності	Проникність
	2.5 Відповідність динамічна 2.6 Відповідність статична 2.7 Зручність при надіванні або користуванні 2.8 Розтяжність 2.11 Вага виробу	Співрозмірність Баланс Комфортність Матеріалоємність
3 Конструкторсько-технологічні показники	3.1 Ступінь відповідності конструкції фігурі (посадка)	Геометричні Зовнішній вигляд

## Продовження Таблиці Б

	3.2 Якість дублювання 3.4 Якість вшивання рукава 3.8 Якість закріплення низу виробу 3.9 Якість закріплення борту і підборту 3.10 Якість обробки внутр. зрізу підкладки	Зовнішній вигляд
	3.12 Маса виробу	Матеріалоємність
	3.14 Умовна жорсткість 3.15 Коефіцієнт жорсткості	Жорсткість
	3.16 Ступінь обсипальності ниток у тканині	Обсипальність
4. Показники надійності	4.1 Зміна лінійних розмірів після хімчистки 4.2 Зміна лінійних розмірів після прання 4.3 Зміна лінійних розмірів після ВТО 4.4 Ступінь тривкості пофарбовання до дії прання 4.5 Ступінь тривкості пофарбовання до дії поту 4.6 Ступінь тривкості пофарбовання до дії світопогоди 4.7 Ступінь тривкості пофарбовання до дії хімчистки 4.8 Формостійкість	Стабільність зовнішнього вигляду та форми

	<p>4.11 Розривальне зусилля (шва)  4.12 Розсувність ниток тканини (в швах)  4.13 Роздиральне зусилля  4.14 Число циклів стирання по площині  4.15 Число циклів стирання по згинах  4.17 Кількість хімчисток до втрати товарного виду  4.18 Кількість прань до втрати товарного виду</p>	Довговічність
5 Економічні показники	<p>5.1 Вартість догляду за виробом  5.2 Ціна виробу  5.3 Співвідношення якості виробу до ціни  5.4 Витрати на вивчення ринку, розробку, виготовлення, контроль якості, реалізацію, експлуатацію, утилізацію, рекламу  5.5 Транспортні витрати  5.6 Витрати на виправлення дефектів</p>	Економічні

6. Показники призначення	6.1 Вміст натурального волокна в сировинному складі 6.2 Відповідність виробу віковій групі людини 6.3 Відповідність виробу розмірній групі людини 6.4 Відповідність виробу повнотній групі людини 6.5 Відповідність виробу поставі людини 6.6 Відповідність виробу основному функціональному призначенню 6.7 Відповідність виробу умовам експлуатації 6.8 Відповідність виробу сезону	Призначення
--------------------------	--	-------------

Таблиця Г – Розмірні ознаки фігури р. 176-80-88

№ п/п	Найменування розмірної ознаки	Позначення	Величина, см
1	2	3	4
1	Ріст	Р	176
2	Обхват грудей Ш	Ог <sub>з</sub>	80
3	Обхват талії	От	63.6
4	Довжина переду до талії	Дтп <sub>п</sub>	42.5
5	Довжина спинки до талії	Дтс	39.5
6	Висота грудей	Вг	20
7	Ширина спини	Шс	32.1
8	Ширина грудей	Шг	29.1
9	Довжина виробу	Дв	62.5
10	Відстань між найбільш виступаючими точками грудей	Цг	18.3
11	Довжина руки	Др	63.4
12	Обхват плеча	Оп	24
13	Обхват зап'ястя	Озап	14
14	Ширина плеча	Шп	13
15			
16			



Таблиця Д.1. – Величини конструктивних прибавок

Найменування конструктивної прибавки	Позначення	Величина, см
1	2	3
Прибавка на пакет матеріалів	Пп	0.2 см
Прибавка на вільне облягання по лінії талії	Пт	8 см
Прибавка на вільне облягання по лінії грудей	Пг	7 см
Прибавка на вільне облягання пройми	Пспр	2.5 см
Прибавка на вільне облягання до довжини спинки до талії	Пдтс	0.5 см

Таблиця Д.2. – Послідовність побудови креслення деталей базової конструкції блузи жіночої. Розмір 176-80-88

№ п/п	Найменування конструктивного відрізка або точки	Позначення	Розрахункова формула	Розрахунок, см	Спосіб побудови
1	2	3	4	5	6
1	Базисна сітка	-	Довжина = $D_{тп} + 20$ см Ширина = $S_{г} + 16$ см	Довжина = 62.5 см Ширина = 56 см	-
2	Лінії середини переди та спинки	-	3 см	3 см	Від бокових ліній базисної сітки відступити всередину на 3 см і провести вертикальні лінії

## Продовження Таблиці Д.2.

4	Лінія талії	$T - T1$	26 см	26 см	Від нижнього краю базисної сітки відступити вгору на 46 см до т. Т і провести горизонталь лінії талії
5	Лінія грудей	$\Gamma - \Gamma1$	$B6 - 2$ см	$22 - 2 = 20$ см	Від лінії талії вертикально вгору і провести горизонталь лінії грудей
6	Ширина грудей	$\leftarrow \Gamma1 - \Gamma3, \rightarrow \Gamma - \Gamma2$	$Ш\Gamma = (O\Gamma + 8\text{см}) \div 4 + 1.5$ см $Шс = (O\Gamma + 8\text{см}) \div 4 - 1.5$ см	$Ш\Gamma = 23$ $Шс = 19$	Від лінії середини спинки вправо відкласти 19 см і провести вертикаль, від лінії середини переду вліво відкласти 23 см і провести вертикаль.
7	Довжина переду до талії	$\uparrow T1 - A1$	Дтп	42.5	Від лінії талії вгору до лінії горловини
8	Довжина спинки до талії	$\uparrow T - A$	Дтс	39.5	Від лінії талії вгору до лінії горловини
9	Лінія горловини	$A - A2$ $\rightarrow, \leftarrow A1 - A3$	20 см	20см	Від ліній середин переду та спинки вліво та вправо провести лінії горловин

## Продовження Таблиці Д.2.

10	Середина виточки по лінії талії переду	$\leftarrow \Gamma 1 - P,$ $\downarrow P - P1$	$\text{Цг} \div 2$	$18.3 \div 2 \approx$ 9.1 см	Від лінії середини переду вліво по лінії грудей відкласти 9.1 см і провести вертикаль до лінії талії
11	Середина виточки по лінії талії спинки	$\rightarrow \Gamma - B,$ $\downarrow B - B1$	$\text{Цг} \div 2 -$ 0.5	$18.3 \div 2 -$ 0.5 см $\approx$ 8.6 см	Від лінії середини спинки вправо по лінії грудей відкласти 8.6 см і провести вертикаль до лінії талії
12	Розхил виточок по лінії талії	$\Sigma \text{Лт}$	$(\text{Шг} + \text{Шс})$ $- ((\text{От} + 3$ см) $\div 2)$	$42 - 33.3$ $= 8.7$ см	-
13	Розхил виточок по лінії талії	$B2 - B3,$ $T2 - T2',$ $T3 - T3',$ $P2 - P3$	$\Sigma \text{Бок.} =$ $\Sigma \text{Лт} \div 4 -$ 0.5 $\Sigma \text{Лт.} = \Sigma \text{Лт}$ $\div 4 + 0.5$	$\Sigma \text{Бок.} \approx$ 1.5 см $\Sigma \text{Лт.} \approx$ 2.5 см	Відкласти по лінії талії вправо від бокової лінії переду 1.5 см, по лінії талії вліво від бокової лінії спинки 1.5 см, від середини виточок переду і спинки рівномірно вліво і вправо по лінії талії по 2.5 см.
14	Лінії бокових зрізів	$\Gamma 2 - T2',$ $\Gamma 3 - T3'$	-	-	З'єднати точки $\Gamma 2, T2'$ та $\Gamma 3, T3'$
15	Виточка по лінії талії спинки	$B - B2 -$ $B3 - B$	-	-	З'єднати точки $B, B2$ та $B3$ .

## Продовження Таблиці Д.2.

16	Виточка по лінії талії переду	$P - P2 - P1 - P3 - P$	-	-	Від точки $P$ відступити по лінії середини виточки на 1.5 см – т. $P'$ . З'єднати точки $P'$ , $P2$ та $P3$ прямими лініями, а $P2$ , $P1$ та $P3$ – опуклими.
17	Лінія горловини спинки	$\rightarrow A - K$ , $\downarrow A - A'$ , $\nearrow A' - K$	$A - K = 6$ см $A - A' = 1$ см	$A - K = 6$ см $A - A' = 1$ см	З'єднати $A'$ та $K$ плавною лінією.
18	Лінія горловини переду	$\leftarrow A1 - K1$ , $\downarrow A1 - A1'$ , $\nwarrow A1' - K1$	$A1 - A1' =$ Ггорл $A1 - K1 =$ Шгорл	$A1 - A1' = 8.5$ $A1 - K1 = 6$	З'єднати $A1'$ та $K1$ плавною лінією.
19	Нахил плечового зрізу	$\rightarrow K - K'$ , $\leftarrow K1 - K1'$ , $\downarrow K' - K''$ , $\downarrow K1' - K1''$	$K - K' = K1 - K1' = 9$ см $K' - K'' = K1' - K1'' = 3$ см	$K - K' = K1 - K1' = 9$ см $K' - K'' = K1' - K1'' = 3$ см	Від точок ширини горловини на переді і спинці відкласти від ліній середин по 9 см до т. $K'$ та $K1'$ . Від т. $K'$ та $K1'$ відкласти вниз по 3 см до т. $K''$ та $K1''$ . З'єднати т. $K$ з $K''$ та т. $K1$ з $K1''$ .

## Продовження Таблиці Д.2.

20	Ширина спинки	$\downarrow A' - П2,$ $\rightarrow П2 -$ $П2'$	$A' - П2 =$ $(A' - Г) \div 2$ $+ 1 \text{ см}$ $П2 - П2' =$ $Шс \div 2$	$A' - П2 =$ $18.5 \text{ см} \div$ $2 + 1 \text{ см} \approx$ $10.2 \text{ см}$ $П2 - П2' =$ $32.1 \text{ см}$ $\div 2 \approx 16$ $\text{см}$	Від т. А' відкласти вниз по лінії с середини спинки 20.2 см до т. П2 та провести горизонталь. Відкласти по горизонталі 16 см до т. П2'.
21	Лінія плечового зрізу спинки	$\sphericalangle K - П$	$Шп + 1 \text{ см}$	$13 \text{ см} + 1$ $\text{см} = 14$ $\text{см}$	По лінії нахилу плечового зрізу від точки ширини горловини відкласти 14 см до т. П.
22	Лінія пройми спинки	$П - П2' -$ $Г2$	-	-	Провести лінію пройми спинки, з'єднавши точки П, П2' та Г2.
23	Ширина грудей	$\downarrow A1 - П3$	$A1 - П3 =$ $1/3 \times A1 -$ $Г1$	$A1 - П3 =$ $1/2 \times$ $22.5 \text{ см} \approx$ $11.2 \text{ см}$	Від лінії горловини відкласти вниз по лінії середини переду 7.5 см до т. П3 і провести горизонталь.
24	Нагрудна виточка	$\leftarrow A1T1 -$ $Н, \sphericalangle Н -$ $Р$	$A1T1 - Н =$ $\text{ЦГ} \div 2 +$ $3 \text{ см}$	$A1T1 - Н =$ $18.3 \text{ см}$ $\div 2 + 3 \text{ см}$ $\approx 12.1 \text{ см}$	Від лінії середини переду відкласти по горизонталі до перетину з лінією плечового зрізу 12.1 см до т. Н. З'єднати т. Н з т. Р.

## Продовження Таблиці Д.2.

25	Σ нагрудної виточки	$\leftarrow H - H',$ $\sphericalangle H' - P$	$H - H' =$ 6.3 см	$H - H' =$ 6.3 см	По лінії плечового зрізу відкласти вліво від т. Н 6.3 см до т. Н'. З'єднати т. Н' з т. Р.
26	Лінія плечового зрізу переду	$\leftarrow K1 -$ П1	$K1 - П1 =$ Шп	$K1 - П1 =$ 13 см	Закрити нагрудну виточку і провести лінію плечового зрізу до т. П1.
27	Ширина грудей	$\leftarrow П3 -$ П3'	$П3 - П3' =$ $1/2ШГ + 1$ см	$П3 - П3' =$ 29.1 см $\div 2 + 1$ см $= 30.1$ см	При закритій нагрудній виточці провести лінію ширини грудей до т. П3'.
28	Лінія пройми переду	П1 – П3' – Г3	-	-	Відкрити нагрудну виточку та з'єднати точки П1, П3' та Г3.

Таблиця Д.3. – Послідовність побудови креслення деталей базової конструкції вшивного одношовного рукава блузи жіночої з вшивними рукавами. Розмір 176-80-88

1	Базисна сітка	-	Довжина = $Dp + 5$ см Ширина = $Op + 6$ см	Довжина = 63.4 см $+ 5$ см = 68.4 см Ширина = 24 см + 6 см = 30 см	-
2	Лінія основи окату рукава	$\rightarrow A - A1$	$1/3$ Шрук	10 см	На відстані 10 см від верхнього краю базисної сітки провести горизонталь АА1.

## Продовження Таблиці Д.3.

3	Лінія плечового шва переду та спинки	$\leftarrow A1 - C,$ $\downarrow C1 - C - C2$	$A1 - C =$ $1/3 \text{ Шрук}$ $C - C1 =$ $1/3 \text{ Шрук}$ $C1 - C2 =$ $\text{Дрз} - 1 \text{ см}$	$A1 - C =$ $10 \text{ см}$ $C - C1 =$ $10 \text{ см}$ $C1 - C2 =$ $63.4 \text{ см} -$ $1 \text{ см} =$ $62.4 \text{ см}$	Від точки А1 по горизонталі відкласти вліво 10 см до т. С. Від т. С вгору по вертикалі відкласти 10 см до т. С1 та провести вертикаль через точки С1 та С до т. С2
4	Лінії ліктя та низу рукава	$\downarrow C1 - Д,$ $\rightarrow E - C2$ $- E1$	$C1 - Д =$ $\text{Дрл} - 0.5$	$C1 - Д =$ $36 - 0.5$ $\text{см} = 35.5$	Від т. С1 вниз відкласти 35.5 см до т. Д та провести горизонталь. Горизонталь через т. С2 – лінія низу рукава.
5	Точка пониження кінця оката рукава	$\downarrow A - A'$	$A - A' =$ $1.5 \text{ см}$	$A - A' =$ $1.5 \text{ см}$	Від т. А вниз по вертикалі відкласти 1.5 см до т. А'.
6	Лінія окату рукава	$A' - A1' -$ $C1 - A1,$ $\downarrow C1 - O,$ $\leftarrow O - O1,$ $\nearrow O - O2,$ $\searrow O - O3,$ $\rightarrow O - O4$ $\leftarrow C - A1'$	$C1 - O =$ $C1 - C \div 2 +$ $1 \text{ см}$ $O - O1 =$ $C1 - O + 3$ $\text{см}$ $O - O4 =$ $C1 - O + 1.5$ $\text{см}$ $O - O2 =$ $C1 - O$ $O - O3 =$ $C1 - O + 0.5$ $\text{см}$ $C - A1' =$ $C1 - C + 7.5$ $\text{см}$	$C1 - O =$ $8 \text{ см} \div 2 +$ $1 \text{ см} = 5$ $\text{см}$ $O - O1 =$ $5 \text{ см} + 3$ $\text{см} = 8 \text{ см}$ $O - O4 =$ $5 \text{ см} + 1.5$ $\text{см} = 6.5$ $\text{см}$ $O - O2 =$ $5 \text{ см}$ $O - O3 =$ $5 \text{ см} + 0.5$ $\text{см} = 5.5$ $\text{см}$	Від т. С1 по вертикалі вниз відкласти 5 см до т. О та провести горизонталь. На ній відкласти вліво 8 см до т. О1, вправо – 6.5 см до т. О4. На бісектрисі кута $O1OC1$ відкласти 5 см до т. О2, на бісектрисі $O4OC1 - 5.5 \text{ см}$ до т. О3. По горизонталі від т. С відкласти

## Продовження Таблиці Д.3.

				$C - A1' = 5 \text{ см} + 7.5 \text{ см} = 12.5 \text{ см}$	вліво 12.5 см до т. $A1'$ . З'єднати точки $A'$ , $A1'$ , $O2$ , $C1$ , $O3$ , $O4$ та $A1$ плавною лінією.
7	Нижня половинка рукава	$A' - D1' - E'$ , $\rightarrow D1 - D1'$ , $\rightarrow E - E'$	$D1 - D1' = 3 \text{ см}$ $E - E' = 4 \text{ см}$	$D1 - D1' = 3 \text{ см}$ $E - E' = 4 \text{ см}$	По горизонталі від т. $D1$ відкласти вправо 3 см до т. $D1'$ . По горизонталі від т. $E$ відкласти вправо 4 см до т. $E'$ . З'єднати точки $A'$ , $D1'$ та $E'$ .
8	Верхня половинка рукава	$A1 - D2'' - E1''$ , $\leftarrow D2 - D2'$ , $\uparrow D2' - D2''$ , $\leftarrow E1 - E1'$ , $\uparrow E1' - E1''$	$D2 - D2' = 3 \text{ см}$ $D2' - D2'' = 2 \text{ см}$ $E1 - E1' = 2 \text{ см}$ $E1' - E1'' = 2 \text{ см}$	$D2 - D2' = 3 \text{ см}$ $D2' - D2'' = 2 \text{ см}$ $E1 - E1' = 2 \text{ см}$ $E1' - E1'' = 2 \text{ см}$	По горизонталі від т. $D2$ відкласти вліво 3 см до т. $D2'$ . По вертикалі від т. $D2'$ відкласти вгору 2 см до т. $D2''$ . По горизонталі від т. $E1$ відкласти вліво 2 см до т. $E1'$ . По вертикалі від т. $E1'$ відкласти вгору 2 см до т. $E1''$ . З'єднати точки $A1$ , $D2''$ та $E1''$ .
9	Лінія ліктювого зрізу рукава	$\downarrow K - P1$	$A - K = 1/3 \text{ Шрук} + 1/30 \text{ Шрук}$ $D - P1 = K - C - 2 \text{ см}$	$A - K = 1/3 \times 24 + 1/30 \times 24 = 8.8 \text{ см}$ $D - P1 = 11 \text{ см} - 2 \text{ см} = 9 \text{ см}$	Від т. $A$ відкласти вправо по горизонталі 8.8 см до т. $K$ . Відкласти від т. $D$ по горизонталі вліво 9 см до т. $P1$ . З'єднати



## Продовження Таблиці Д.3.

					точки К та Р1 і продовжити лінію до лінії окату рукава.
10	Низ рукава	←С2 – Е3, Р1 – Е3, Е3 – Е1", →Е' – Е2, ↓Р1 – Е2', →Е' – Е2'	С2 – Е3 = 3.5 см Е' – Е2 = Д1'–Р1 – 2 см Р1 – Е2' = Р1 – Е3	С2 – Е3 = 3.5 см Е' – Е2 = 8 см – 2 см = 6 см Р1 – Е2' = 27.2 см	Від точки С2 по горизонталі вліво відкласти 3.5 см до т. Е3. З'єднати точки Р1. Е3 та Е1". Відкласти по горизонталі від т. Е' 6 см до т. Е2. Провести від т. Р1 через т. Е2 лінію довжиною Р1-Е3 до т. Е2'. З'єднати точки Е1 та Е2'.

Таблиця Д.4. – Послідовність побудови креслення деталей базової конструкції штанів жіночих. Розмір 176-80-88

№ п/п	Найменування конструктивного відрізка або точки	Позначення	Розрахункова формула	Розрахунок, см	Спосіб побудови
1	2	3	4	5	6
Побудова базових лекал передньої половинки штанів жіночих					
1	Базисна сітка	Р1 – вільна точка →Р1-Р2 ↓Р1-Р3 ↓Р2-Р4	→Р1-Р2 = 50 см ↓Р1-Р3 = ↓Р2-Р4 = 115 см	→Р1-Р2 = 50 см ↓Р1-Р3 = ↓Р2-Р4 = 115 см	Відкласти від т.Р вправо ширину базисної сітки, вниз - довжину

## Продовження Таблиці Д.4.

2	Лінія талії	↓P1-P5 ↓P2-P6 →P5-P6	$P1-P5 = P2-P6=9.5$	$P1-P5 = P2-P6=9.5$	Провести лінію талії на 9.5 см нижче верхнього краю базисної сітки, з'єднавши точки P5 та P6
3	Лінія бічного зрізу	←P6-P8 ↓P8-P7	$P6-P8=10$ $P8-P7=35$	$P6-P8=10$ $P8-P7=35$	Провести лінію бічного зрізу на відстані 10 від бічної лінії базисної сітки
4	Ширина по лінії талії	←P8-P9 ↓P9-P10	$P8-P9 = (O_{ст}+5)/4$ $P9-P10 = 35$	$P8-P9 = 23.25$ $P9-P10 = 35$	Провести лінію середини переду на відстані ширини переднього полотнища штанів від лінії бічного зрізу
5	Лінія стегон	↓P9-P11 →P11-P12	$P9-P11 = O_{ст}/5+1$ $P11-P12 = P8-P9$	$P9-P11 = 18.6$ $P11-P12 = (O_{ст}+5)/4 = 23.25$	Провести лінію стегон на відстані 18.6 см від лінії талії
6	Шаговий шов	↘P11-P13	$P11-P13:$ ↓ $= (O_{ст}/5+1)/3$ ← $= O_{ст}/20$	$P11-P13:$ ↓ $= 6.2$ ← $= 4.4$	-
7	Лінія згину	→P13-P14 ↑P15-P16 ↓P16-P17	$P13-P14 = P8-P9+4.4$	$P13-P14 = 27.65$	Поділити лінію P13-P14 навпіл і через отриману точку т. P15 вертикальну лінію згину переднього полотнища штанів
8	Ширина по низу	←P17-P18 →P17-P19	$P17-P18 = P17-P19 = O_{ст}/10$	$P17-P18 = P17-P19 = 8.8$	Відкласти від лінії згину по лінії низу вліво та вправо по 8.8 см

## Продовження Таблиці Д.4.

9	Надсічка Р20	↑P17-P20	P17- P20=Дв/2	P17- P20=52.75	Поділити довжину виробу навпіл та поставити надсічку Р20
10	Лінія коліна	↓P20-P21 ←P21-P22 →P21-P23	P20-P21 =Дв/10 P21-P22 =P21-P23 =10	P20-P21 =10.55 P21-P22 =P21-P23 =10	Відкласти від надсічки Р20 вниз 1/10 довжину виробу. Провести лінію коліна довжиною 20 см
11	Корегування лінії талії	←P8-P24 →P9-P25	P8-P24 =1.25 P9-P25 =1	P8-P24 =1.25 P9-P25 =1	Зменшити ширину деталі по талії на 1.25 см зі сторони бічного зрізу та на 1 см зі сторони середнього зрізу
Побудова базових лекал задньої половинки штанів жіночих					
12	Корегування шагового шву	←P13-P26 →P13-P27 ↓P26-P30	P13-P26 =Ост/20 P13-P27 =Ост/10 P26-P30 =1	P13-P26 =4.4 P13-P27 =8.8 P26-P30 =1	Опустити т. Р26 на 1 см вниз. Відкласти від т. Р13 вліво 4.4 см, вправо – 8.8 см
13	Корегування лінії талії	↑P27-P5P6 →P28-P29 →P24-P34	P28-P29 =1.5 P24-P34 =Ост/20	P28-P29 =1.5 P24-P34 =4.4	Проекція т. Р27 на лінію талії відкласти вправо 1.5 см. Розширити лінію талії на 4.4 см вправо
14	Корегування лінії коліна	←P22-P31 →P22-P32	P22-P31 =P22-P32 =1.5	P22-P31 =P22-P32 =1.5	Розширити лінію коліна на 3 см (по 1.5 см в кожную сторону)
15	Корегування лінії стегон	→P12-P33	P12-P33 =Ост/20	P12-P33 =4.4	Збільшити лінію стегон по бічному зрізу на 4.4 см

Продовження Таблиці Д.4.

16	Виточки по лінії талії	P35, P36 ↓P35-P37 ↓P36-P38 ←P36-P39 →P36-P40 ←P35-P41 →P35-P42	P29P34/3 P35-P37 =P36-P38 11 P36-P39 =P36-P40 1.5 P35-P41 =P35-P42 =1	P35-P37 =P36-P38 11 P36-P39 =P36-P40 1.5 P35-P41 =P35-P42 =1	Поділити лінію талії на три сегменти. Висота виточок – 11 см, розхил – 3 см та 2 см
----	------------------------	--	--	--	---