

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

факультет мистецтв і моди

кафедра моди та стилю

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Дослідження процесу вибору моделей одягу з використанням цифрових технологій

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

Освітня програма Конструювання та технології швейних виробів

Виконав: студент групи МГШ-22

Іван САВЧЕНКО.

Науковий керівник к.т.н., доц. Арсеній
АРАБУЛІ

Рецензент _____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Київ 2023

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мистецтв і моди

Кафедра моди та стилю

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

Освітня програма Конструювання та технології швейних виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МС

(аббревіатура кафедри)

_____ Тетяна СТРУМІНСЬКА

(підпис)

(Власне ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Савченку Івану Віталійовичу

1. Тема кваліфікаційної роботи (проєкту) Дослідження процесу вибору моделей одягу з використанням цифрових технологій

Науковий керівник роботи Арабулі Арсеній Торелевич, к.т.н., доцент

затверджені наказом КНУТД від « 20 » жовтня 2023 року № 264-уч

2. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи (проєкту) нормативні документи, конструкторські документи, технічний опис

3. Зміст кваліфікаційної роботи (проєкту) (перелік питань, які потрібно опрацювати) Аналіз літературних джерел в області створення моделей одягу з використанням цифрових технологій; Дослідження асортименту одягу та виділення критеріїв для порівняння фігури та одягу; Дослідження асортименту чоловічого одягу рівня мас-маркету; Висновки

4. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапу кваліфікаційної роботи (проєкту)	Орієнтовний термін виконання	Примітка про виконання
1	Вступ	Вересень 2023	
2	Розділ 1. Сучасний стан проблеми визначення відповідності розмірів одягу фігурі	Вересень-жовтень 2023	
3	Розділ 2. Дослідження асортименту одягу та виділення критеріїв для порівняння фігури та одягу	Жовтень 2023	
4	Розділ 3. Дослідження асортименту чоловічого одягу рівня масмаркету	Жовтень-листопад 2023	
5	Висновки	Листопад 2023	
6	Оформлення (чистовий варіант)		
7	Подача кваліфікаційної роботи (проєкту) науковому керівнику для відгуку (за 14 днів до захисту)	Листопад 2023	
8	Подача кваліфікаційної роботи (проєкту) для рецензування (за 12 днів до захисту)	10.11. 2023	
9	Перевірка кваліфікаційної роботи (проєкту) на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	13.11. 2023	
10	Подання кваліфікаційної роботи (проєкту) на завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	16.11. 2023	

З завданням ознайомлений:

Студентка

_____ (підпис)

Іван САВЧЕНКО

_____ (Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Науковий керівник

_____ (підпис)

Арсеній АРАБУЛІ

_____ (Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Савченка Івана Віталійовича

«ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ МОДЕЛЕЙ ОДЯГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

182 «Технології легкої промисловості»

Київський національний університет технології та дизайну

Київ 2023

В кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасний ринок пристроїв для здійснення 3D сканування фігури людини, виділено такі групи як стаціонарні kabіни, ручні сканери та мобільні додатки. Існуючі способи отримання тривимірної моделі фігури доступні для споживачів і виробників і відрізняються високою якістю тривимірної моделі, що формується. Вирішення проблеми єдиного позначення розмірів одягу лежить у галузі створення нової системи маркування, що містить більшу кількість інформації про одяг, включаючи обґрунтований взаємний зв'язок між конструктивними параметрами готового одягу та розмірами тіла людини, наприклад, на основі використання QR-коду.

Запропоновано новий підхід до визначення вірного розміру готового одягу для індивідуальної фігури, що ґрунтується на порівнянні антропометричних характеристик фігури з параметрами одягу з урахуванням інформації про конструктивні надбавки для різних видів одягу та інтервалів різниці між розмірами та зростання.

ABSTRACT

Ivan Vitaliyovych Savchenko

"STUDY OF THE PROCESS OF SELECTING CLOTHING MODELS USING DIGITAL TECHNOLOGIES"

182 "Light Industry Technologies"

Kiev National University of Technology and Design

Kiev 2023

In the master's thesis, the modern market of devices for 3D scanning of the human figure is analyzed, such groups as stationary cabins, hand-held scanners and mobile applications are distinguished. Existing methods of obtaining a three-dimensional model of a figure are available to consumers and manufacturers and are distinguished by the high quality of the three-dimensional model being formed. The solution to the problem of a uniform designation of clothing sizes lies in the field of creating a new labeling system containing a greater amount of information about clothing, including a reasonable correlation between the design parameters of finished clothing and the dimensions of the human body, for example, based on the use of a QR code.

A new approach to determining the right size of ready-made clothes for an individual figure is proposed, which is based on the comparison of anthropometric characteristics of the figure with the parameters of clothing, taking into account information about structural allowances for different types of clothing and intervals of difference between sizes and height.

Вступ

1. Аналіз літературних джерел в області створення моделей одягу з використанням цифрових технологій
- 1.1. Систематизація способів отримання інформації про просторової форми фігури людини.....
- 1.2. Дослідження способів подання інформації про одяг у системах маркування та на онлайн платформах.....
- 1.3. Дослідження існуючих способів проведення віртуальної примірки та оцінки відповідності розмірів фігури та одягу.....
- 1.4. Новий підхід до процесу вибору готових моделей одягу за допомогою цифрових технологій.....
2. Дослідження асортименту одягу та виділення критеріїв для порівняння фігури та одягу.....
- 2.1. Визначення значущих параметрів для порівняння розмірів фігури та одягу.....
- 2.2. Розробка методики кількісної та якісної оцінки антропометричної відповідності одягу фігурі.....
- 2.3. Розробка бази даних значень допустимих величин припусків у чоловічих сорочках на основі якісної та кількісної оцінки.....
3. Дослідження асортименту чоловічого одягу рівня мас-маркету.....
- 3.1. Дослідження використовуваних величин міжрозмірних припусків на ринку масмаркету.....
- 3.2. Дослідження можливості визначення розміру готового одягу з використанням розроблених баз даних.....
- Висновки.....
- Перелік використаних літературних джерел.....

ВСТУП

Актуальність роботи. За даними, що публікується всесвітньо відомим агентством *McKinsey & Company* спільно з виданням *The Business of Fashion* цифровий ритейл предметів одягу показує значне зростання. Споживачі готові взаємодіяти з виробником одягу дистанційно, використовуючи для покупок онлайн-додатки, маркет-плейси та інтернет-магазини брендів. У такій взаємодії однією з найактуальніших стає проблема вибору правильного розміру готового одягу, який повинен відповідати антропометричним характеристикам споживача. Найчастіше така проблема виникає у зв'язку з різницею систем маркування розмірів одягу, прийнятої у різних країнах, у своїй споживач змушений використовувати спеціальні розрахункові таблиці, у яких вказують виміри одягу важливих якісної посадки виробу на фігурі рівнях. Все більша кількість систем віртуальної примірки дозволяє зробити вибір готового одягу, при цьому споживач може побачити, наскільки обрана модель виробу підійде йому за типом зовнішності, колірною вигляду та стилю, проте гарантувати, що при покупці споживач отримає вірний розмір одягу не може жодна з існуючих систем віртуальної примірки.

На даний час відсутній ефективний підхід до вирішення проблеми вибору готових моделей одягу залежно від антропометричних параметрів індивідуальної фігури. Однак сучасні методи розпізнавання візуальної інформації, методи тривимірного сканування, методи обробки інформації та проведення графічних обчислень створюють передумови для розробки способу вибору готових моделей одягу шляхом обґрунтованого порівняння розмірів одягу та фігур споживачів.

Ступінь наукової новизни. Багато сучасних компаній та дослідників займаються розробкою технічних систем, спрямованих на вирішення проблеми отримання інформації про форму поверхні фігури та її розмірів. В галузі застосування безконтактних методів вивчення форми поверхні тіла людини відомі роботи Т.В. Цимбал, К.Л. Процик. Методи отримання тривимірної моделі фігури на підставі з'єднання плоских проєкцій, так званий метод «*shape* -

from - silhouette» розробляють в університеті Дунхуа (м. Шанхай), Національному університеті Йокогами, іспанських університетах Кордобі та Барселони.

Застосування інфрачервоних сенсорів описано у низці робіт зарубіжних авторів із Кембриджського університету, Університету Айови, Сеульського університету, університетів Китайської Народної Республіки. Лазерне випромінювання та сканування на його основі реалізовано в серії промислових сканерів, розроблених компанією Human Solution.

Зарубіжні компанії у своїх розробках наголошують на отримання точного тривимірного зображення, а також вирішують проблеми з передачею кольору, зручністю використання та швидкістю проведення сканування. Багато компаній пропонують і портативні пристрої (*Go! SCAN, Polycam, 3 D - Scanner*) для отримання точного тривимірного зображення. Проблема отримання інформації про форму фігури вирішена з різною мірою точністю в різних країнах, а це підводить до можливості використання таких систем для створення єдиного підходу до надання, зберігання та порівняння інформації про фігуру в системі вибору правильного розміру одягу, що розробляється в дисертаційній роботі.

Відомі віртуальні примірювальні та системи керування гардеробом у яких для отримання зображення фігури споживача застосовують як різного роду технічні пристрої, наприклад веб-камери, вбудовані камери мобільних телефонів та планшетів, так і методи підбору віртуальних аватарів шляхом порівняння та показу найближчої до опису фігури клієнта тривимірної моделі. Широко застосовують методи розпізнавання візуальної інформації за допомогою згорткових нейронних мереж для вибору реперних точок фігури споживача (*Alamsyah Andry; Arya Saputra, MuhammadApriandito, Masrury, Riefvan Achmad, Zheng, Jia, Hong Wei*) та прив'язки до цих точок предметів одягу (*Ji Shuaifei, Han Runping, Wei Jianfeng, Wang Rui*). Багато дослідників (*Ji Shuaifei, Han Runping, Wei Jianfeng, Wang Rui, Pachoulakis Ioannis, Yoon Jae Shin, Kim Kihwan, Kautz Jan, Park Hyun Soo*) використовують технічні пристрої

та інфрачервоні камери для захоплення руху клієнта, які потім відтворюють на дисплеї у вигляді тривимірної візуалізації фігури та одягу на ній. Відомі програми, реалізовані на цьому принципі (*Replicant. fashion, IN 3 D, GoodStyle, Wardrobe Expert, Smart Fashion: Stylist & Shop, Style Mate, My Wardrobe - Outfit Finder, mirrARme*), які дозволяють візуалізувати вироби магазину, перетворюючи їх у віртуальний гардероб, створюючи індивідуальний стиль споживача. Проблема візуалізації виробу на фігурі споживача з високим ступенем психологічної подоби вирішена у великій кількості робіт, але водночас проблема пропозиції клієнту речей, пропорційних його фігурі зараз залишається недостатньо опрацьованою.

Існує велика кількість онлайн-додатків (*Zeekit, Finalytics, virtusize, True Size, Tailor Measure, Revolutionary measurement Tech*), які дозволяють визначити розмір фігури у звичних для клієнта системах маркування товару при онлайн та офлайн-покупках. Проте в жодній системі не реалізовано єдиний підхід до маркування одягу та фігури в якому відбувалося б порівняння взаємопов'язаних характеристик, що дозволило б з високим ступенем достовірності пропонувати клієнту вірний розмір одягу.

Виконаний аналіз існуючих вітчизняних та зарубіжних рішень доводить актуальність розробки нового підходу до визначення правильного розміру готового одягу для індивідуальної фігури, що базується на порівнянні антропометричних характеристик фігури з параметрами одягу, який може бути реалізований завдяки застосуванню цифрових технологій. Пропонована в роботі технологія вибору правильного розміру одягу універсальна, затребувана як на етапах представлення та продажу одягу, так і на етапах виробництва, оскільки її застосування підвищить задоволеність населення одягом, що купується, а також знизить логістичні витрати на повернення і обмін невідповідного одягу, що свідчить про актуальність і своєчасності її розробки.

Мета роботи полягає у розробці методу вибору готових моделей одягу шляхом обґрунтованого порівняння розмірів одягу та фігур споживачів за допомогою цифрових технологій, що забезпечить зростання задоволеності

споживачів виробленим одягом та зниження логістичних та виробничих витрат підприємства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання** :

- проаналізувати та систематизувати сучасні способи отримання інформації про просторову форму фігури людини для визначення антропометричних характеристик;
- дослідити способи подання інформації про одяг у системах маркування та на онлайн-платформах;
- дослідити існуючі способи проведення віртуальної примірки та оцінки відповідності розмірів фігури та одягу;
- дослідити взаємозв'язок лінійних розмірів готового одягу з розмірними характеристиками та формою фігури;
- розробити кількісні критерії порівняння параметрів фігури та параметрів одягу на основі порівняння вимірювань одягу з розмірними ознаками фігури з урахуванням конструктивних надбавок, міжрозмірних припусків та інтервалів різниці;
- запропонувати прийоми для інформаційного, алгоритмічного забезпечення для оцінки одягу на відповідність розмірам фігури індивідуального споживача у цифровому середовищі.

Об'єкт дослідження – процес проектування одягу.

Предмет дослідження – модельні конструкції швейних виробів, типові та індивідуальні фігури споживачів, зразки готових виробів, проектно-конструкторська документація на моделі одягу, інноваційне програмне забезпечення.

Наукова новизна полягає в :

- формулюванні нового підходу до процесу вибору готових моделей одягу за допомогою цифрових технологій, що забезпечує антропометричну відповідність обраного одягу фігурі споживача;
- пропозиції нового підходу до отримання інформації про готовий одяг та визначення правильного розміру готового одягу за відсутності маркування.

Значення отриманих здобувачем результатів дослідження для практики підтверджується тим, що:

- запропоновано бази даних інтервалів допустимих відхилень розмірів одягу від розмірів фігури, що включають відомості про конструктивні надбавки та міжрозмірні збільшення, необхідні для оцінки пропорційності одягу фігурі;
- запропоновано процедуру визначення правильного розміру одягу при відсутності маркування з використанням розроблених баз даних.

Теоретична значущість роботи полягає у розробці нового підходу до визначення правильного розміру готового одягу для індивідуальної фігури, заснованого на порівнянні антропометричних характеристик фігури з параметрами одягу з урахуванням інформації про конструктивні надбавки для різних видів одягу та інтервалів різниці між розмірами та зростанням.

Апробація та реалізація результатів роботи. Матеріали кваліфікаційної роботи були представлені та обговорені у вигляді тез доповіді: «Особливості кастомізації товарів легкої промисловості» (автори: Савченко І.В., Березненко С.М.) на Міжнародній науково-практичній конференції «Наука, освіта і суспільство в ХХІ столітті: наукові ідеї та механізми реалізації» 4 серпня 2023 року м. Кошиці, Словаччина.

Структура та обсяг роботи. За своєю структурою магістерська робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку літератури. Робота викладена на 84 сторінках, містить 46 рисунків, 11 таблиць. Список літератури включає 71 бібліографічне джерело.

1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ В ОБЛАСТІ СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ ОДЯГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Завдяки розвитку мобільних пристроїв та додатків споживач може з легкістю надати підприємству не лише фотографії своєї фігури, а й тривимірну скановану модель, а інтерфейси взаємодії з компаніями ритейлу включають споживача у процес вибору особливостей моделі та розмірів одягу. Широке поширення систем тривимірного сканування та безконтактного одержання розмірних ознак фігури призвели до зміни життєвого циклу виробу.

Можливість збирати інформацію про форму фігури споживача в цифровому вигляді, використовувати індивідуальні відомості про фігури у виробничому процесі, наприклад на етапі прийняття замовлення, на етапі внесення виправлень у креслення конструкції одягу, а потім і на етапі контролю якості одягу, що виробляється, призвело до розвитку технологій онлайн продаж одягу та віртуальної примірки. Існуючі системи віртуальної примірки з легкістю демонструють споживачеві зовнішній вигляд виробу, одягненого на фото-, вигляді зображення клієнта або на стилізовану тривимірну модель, що дозволяє оцінити модельні особливості, колірне рішення і стильові характеристики одягу, що вибирається, але процес вибору правильного розміру одягу викликає певні нарікання.

За даними аналітичних звітів таких великих компаній з продажу одягу як *Ozon* , *Wildberries* не менше 70% повернень здійснено через те, що обрана модель не підійшла фігурі споживача за своїми розмірами. Проблема вибору та визначення розміру одягу, що відповідає антропометричним характеристикам споживача, є актуальною та затребуваною як на етапі виробництва одягу, так і на етапі його продажу. Для вирішення поставленого завдання щодо створення системи вибору готового одягу, що відповідає фігурі споживача необхідно проаналізувати та систематизувати сучасні способи отримання інформації про просторову форму фігури людини для визначення антропометричних характеристик; дослідити способи подання інформації про одяг у системах

маркування та на онлайн-платформах; дослідити існуючі способи проведення віртуальної примірки та оцінки відповідності розмірів фігури та одягу.

1.1 Систематизація способів отримання інформації про просторової форми фігури людини

Основний напрямок застосування антропологічних досліджень лежав у галузі раціоналізації методів побудови розгорток одягу з урахуванням антропометричних даних. Вимірювання виконувались контактними методами та такими інструментами як антропометр Мартіна, товстотний циркуль та сантиметрова стрічка.

Аналіз літератури та дисертаційних робіт показує, що системи тривимірного сканування можна класифікувати наступним чином: універсальні, безконтактні, засновані на візуальній інформації, отриманій лазерними, електромагнітними, ультразвуковими та оптичними пристроями [1].

Сутність процесу тривимірного сканування полягає в оцифруванні об'єкта та створенні його об'ємної графічної моделі. Для реалізації зазначених дій в даний час застосовуються спеціалізоване обладнання, що називається 3D - скаНераМи [2]. Подібні прилади створюють хмари точок, об'єднаних між собою лініями і формують геометрію сканованого об'єкта з великої кількості площин, що перетинаються [3].

Згодом отримані координати безлічі точок сканованого тіла підлягають обробці та збереженню як параметричної моделі, доступної для аналізу та обробки в САD-системах [4–5].

Базові принципи тривимірного сканування вказують на те, що його першорядним завданням, незалежно від сфери застосування, є отримання вихідної інформації про параметри та просторову форму поверхні об'єкта. В рамках швейної промисловості системи 3D - сканування використовуються для антропометричного аналізу фігури людини, розробки віртуальних об'ємних технічних та художніх ескізів проектованої моделі одягу на фігурі замовника, створення тривимірної моделі вимірюваного тіла та отримання необхідних

кривих чи перерізів на його поверхні [6].

Завдяки розвитку систем комп'ютерного зору отримати тривимірну модель фігури у вигляді набору точок або поверхні стає все простіше, але залишаються недостатньо опрацьованими технологією автоматичного визначення розмірних ознак фігур. З розвитком технології аналізу зображень із застосуванням нейронних мереж (*neural network*) стали відомі прийоми позиціонування антропометричних точок та рівнів (рис.1), на яких виконують вимірювання фігури.

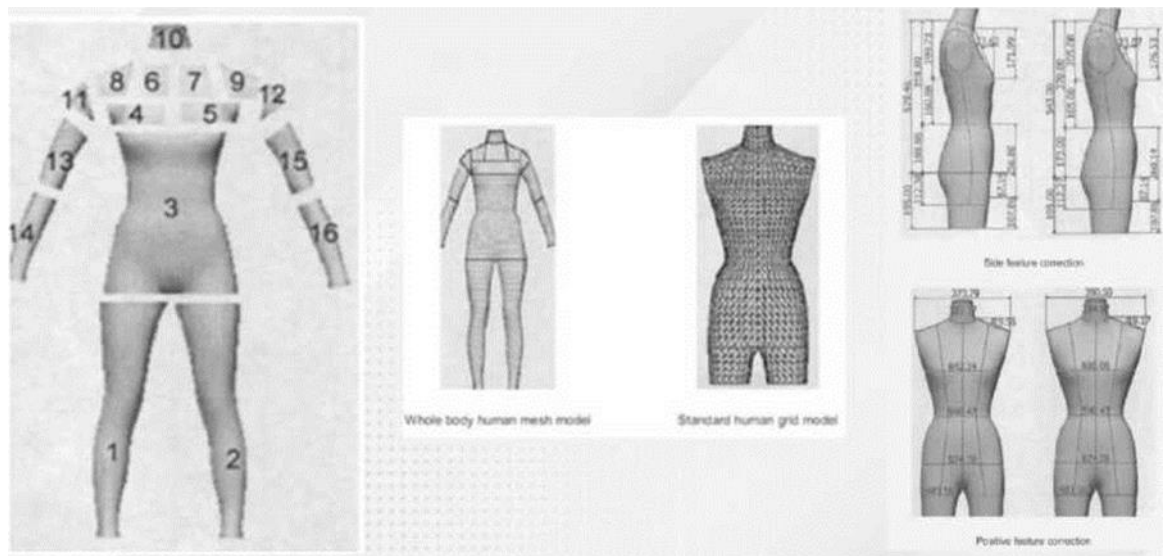


Рисунок 1 – Отримання ключових сегментів фігури у вигляді обробки фотозображення користувача [7]

Дослідження ряду авторів [8–9] показують, що при використанні згорткових нейронних мереж алгоритми розпізнавання розмірних ознак фігур кінцева точність досягає 92,56%. Навчальна мережа, заснована на фронтальній проекції, дає хороший ефект розпізнавання для шиї, пахв і талії (рис.2), тоді як бічна проекція дає хороший ефект розпізнавання задньої частини шиї, плечей, грудей, талії і сідниць.

Нейронні мережі добре зарекомендували себе для вирішення завдання оцінки розмірів тіла на основі різних типів візуальних вхідних даних (таких як 2D-зображення або 3D-хмари точок). Точність отримання розмірних ознак

досягає середньої помилки приблизно 5 мм [10].

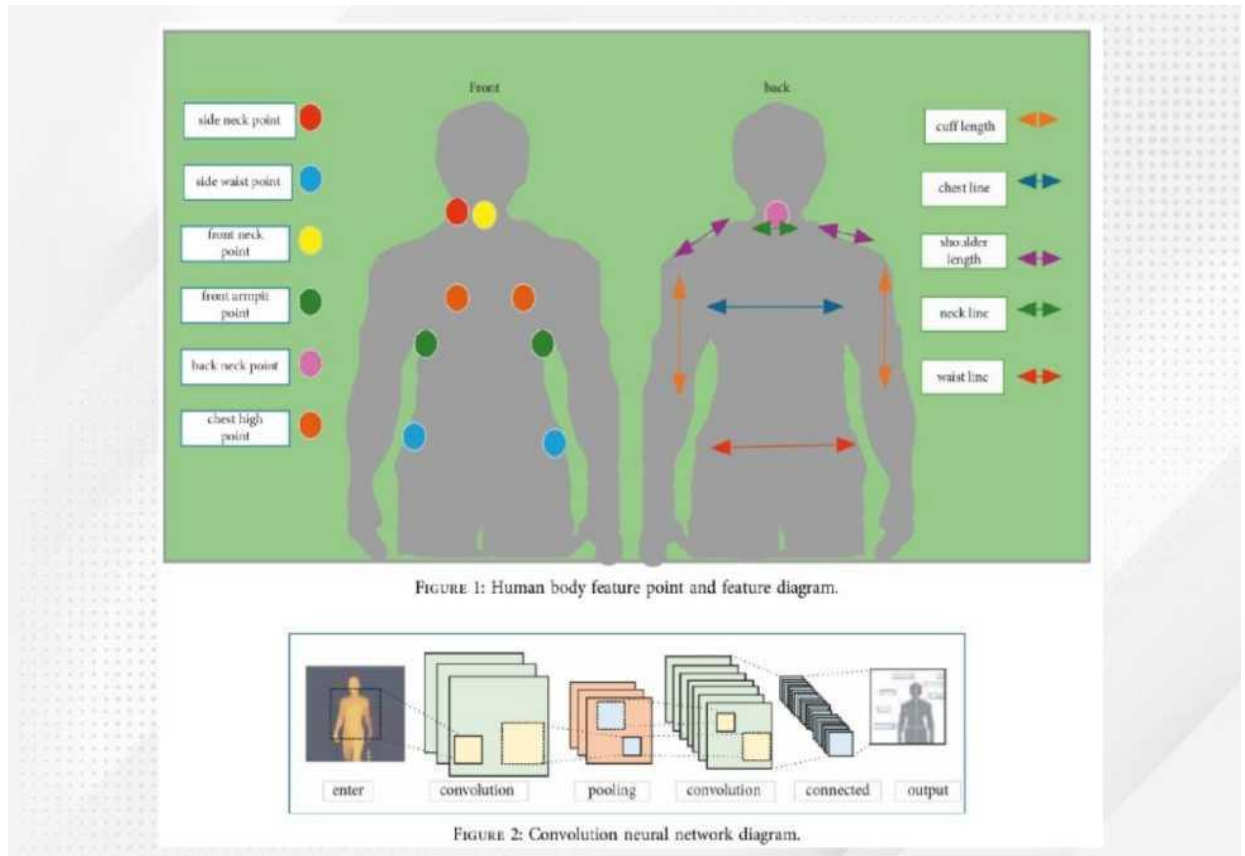


Рисунок 2 – Схема розпізнавання ділянок фігури за допомогою навчальної мережі [8]

Багато країн активно розвивають системи тривимірного сканування, які забезпечують різний рівень точності та приблизно однакову швидкість обробки інформації та побудови тривимірної моделі. Як правило, загальним принципом отримання інформації про форму поверхні фігури є стереофотограмметрія, в яку введені нові технічні пристрої для збору інформації, такі як випромінювачі лазера для більш точного позиціонування окремих рівнів, інфрачервоні сенсори, що працюють в невидимому діапазоні, мітки, що позначають еталонні координати об'єктів. Як правило, це стаціонарні пристрої площею від 2 до 6 м².

Сучасні виробники пропонують для цілей широкий вибір систем тривимірного сканування. Для об'єктивної оцінки сучасного асортименту в аналізовану вибірку включені системи з різними способами використання та зчитування інформації про об'єкт, що сканується.

Поширені системи, що використовують прийоми оптичного сканування [11], наприклад ручний 3D-сканер «HP- L-20.8». Розпізнавання особливостей сканованого контуру здійснюється за рахунок обліку викривлень лазерної смуги, що проектується на нього, ширина якої регулюється до 220 мм [12].

Розроблена китайською фірмою «Shining 3D» модель універсального сканера «EinScan-Pro +» є універсальним пристроєм для виконання точних просторових вимірювань та створення об'ємних моделей зі складною кольоровою поверхнею текстурованою. Пристрій оснащений найновішими зразками портативних технологій швидкого сканування у форматі HD [13]. Передбачено можливість передачі відсканованої тривимірної інформації через Інтернет.

Тривимірний сканер «RangeVision Spectrum» представляє клас пристроїв, що працюють за принципом структурованого підсвічування і мають високу роздільну здатність. Модель оснащена двома промисловими кольоровими камерами з роздільною здатністю 3.1 Мп і має три області сканування [14]. Пристрій орієнтований створення об'ємних деталізованих копій об'єктів різних розмірів (від 1 до 300) і з різною складністю геометрії поверхні. Для розширення сфер застосування моделі в ній передбачено три різні режими сканування. Сканування з маркерами дозволяє оцифровувати великогабаритні вироби або об'єкти без чіткої геометрії поверхні. У режимі сканування на поворотному столі протягом 2 хвилин автоматично оцифровуються невеликі моделі. Вільний режим сканування, що ґрунтується на алгоритмі зшивання сканів за геометрією, призначений для роботи з об'єктами складної форми. Наступне за безпосереднім процесом сканування суміщення сформованих зображень можливо здійснювати і в ручному режимі за точками [15]. Таким чином, результатом сканування є високоточна модель, доступна для подальшого завантаження в такі CAD-системи, як *Solidworks*, *3 Ds Max*», *Autocad*», *Rhinoceros*», *Maya*» та ін.

Ручний 3D-сканер «HandyScan VIUscan» («ZScanner700CX»). Відмінною особливістю 3D-сканера «HandyScan VIUscan» від інших існуючих моделей

ручного типу управління є можливість кольорового сканування. Система координат у процесі роботи прив'язується до об'єкта і допускає знімати їх у русі без втрати якості одержуваних кадрів. Ручний режим використання пристрою дозволяє максимально охопити об'єкт і в сукупності з нешкідливим лазером, що використовується для зчитування інформації, забезпечити точність сканування до 0,05 мм. За рахунок всіх перерахованих вище технічних характеристик 3D сканер *VIUscan* ефективно застосовується в таких сферах, як антропометрія, ортопедія, анімація, цифрове макетування та архівування, музейна справа [16].

Етап попередньої підготовки до сканування пристроєм *NandyScan VIUscan* полягає в нанесенні на об'єкт світловідбиваючих міток та подальшого калібрування сканера за допомогою калібрувального поля. При скануванні проектується потік лазерних променів, що утворюють об'єкт лінії. Їхні викривлення зчитуються трьома камерами. Всі отримані таким чином дані в реальному часі переносяться на підключений до сканера комп'ютер. Програмне забезпечення «*ZScan*» перетворює вхідні дані в полігональну сітку, генеруючи поверхню тіла, що відцифровується. Максимальна швидкість здійснення такого процесу сканування, за заявою розробників, становить близько 18000 вимірів на годину.

У світі найбільш відомий сканер *Vitus*, компанія виробник *Human Solutions*, заснований на застосуванні лазерного випромінювання та одночасного зчитування інформації з чотирьох, або трьох сторін (рис.3).

Лазерний випромінювач встановлений одному рівні з чотирма камерами. Камери переміщуються по санках зверху вниз, лазерний промінь проектується на поверхню фігури, камери зчитують інформацію і за допомогою програмного забезпечення відбувається зшивання тривимірної моделі.

Ціла низка сучасних сканерів побудована на застосуванні кількох сенсорів, інформація з яких програмним шляхом зшивається в тривимірну модель (рис. 4) [17–19].



Рисунок 3 – Скануюча 3D - установка *Vitus Bodyscan*.

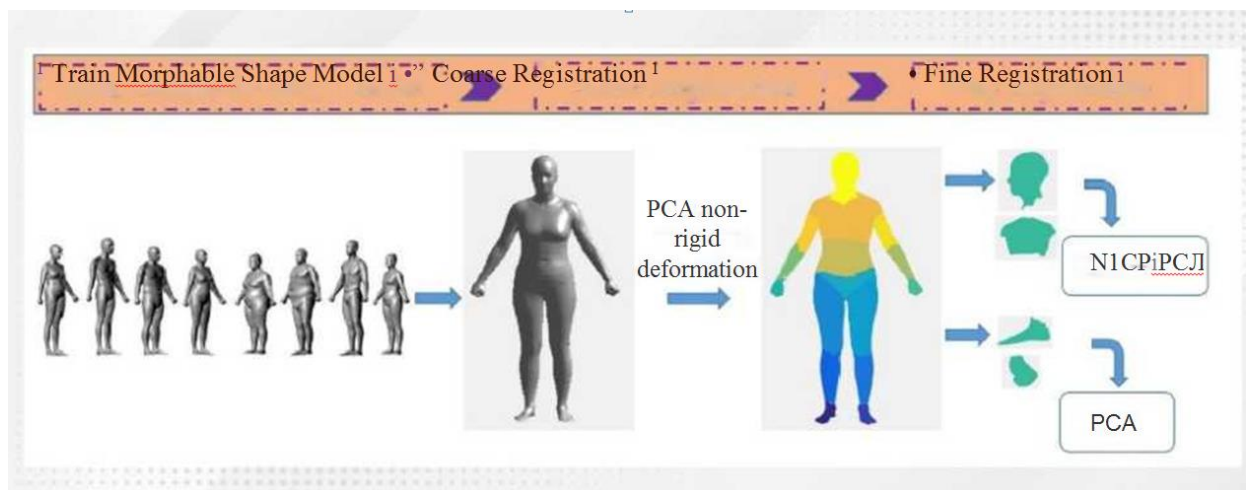
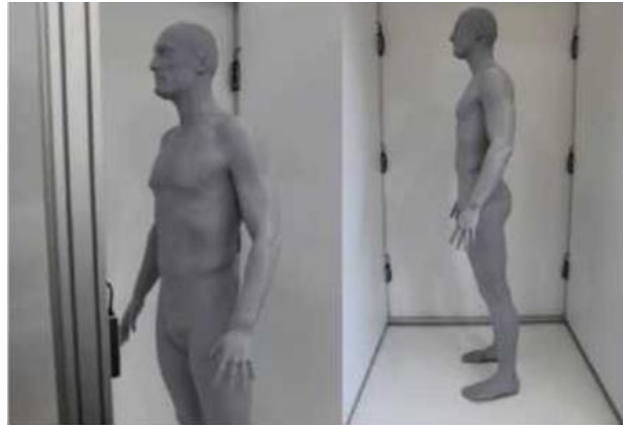


Рисунок 4 – Поетапне сканування фігури людини з послідуємим поєднанням в єдину модель [17]

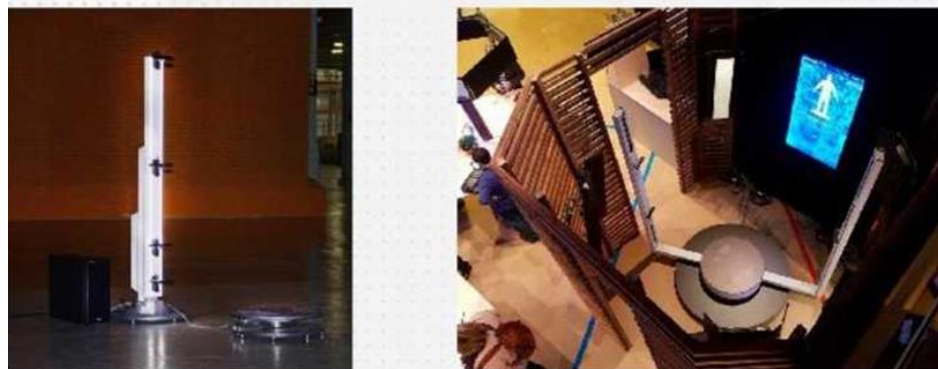
Сканування людського тіла було складною темою протягом більш як десятиліть. Більшість традиційних методів сканування людського тіла потребують ручної допомоги або іншої допоміжної інформації, такої як текстури та маркери. При застосуванні інфрачервоних детекторів (рис. 5) з'являється можливість скоротити час, який витрачається на процес сканування від шістдесяти до однієї секунди [20].

Лазерний випромінювач в невидимому інфрачервоному діапазоні проектує на об'єкт зображення еталонної сітки, яке зберігається в пам'яті програмного забезпечення пристрою. Інфрачервона камера зчитує зображення

об'єкта, покриті точками і співвідносять його з еталонним зображенням, завдяки чому з'являється можливість розрахувати координати об'єкта у просторі та побудувати його 3D-модель, наприклад у розробці компанії TEXEL.



Час сканування 1 секунда.



Час сканування 60 секунд

Рисунок 5 – Сканери на основі інфрачервоних сенсорів

Перевагами професійних пристроїв 3D сканування є наявність спеціального програмного забезпечення, висока точність сканування. Недоліком є висока вартість обладнання та програмного забезпечення, складність установки апаратури для стаціонарних систем, необхідність додаткового навчання фахівців.

Не можна забувати про цілу низку пристроїв, які застосовують у промисловості для оцифрування тіла людини, які відносяться до портативних систем [21]. Так звані ручні сканери (рис.6).



Рисунок 6 – Ручні сканери

Наприклад, ряд дослідників провели спостереження для визначення точності одержуваних за допомогою смартфонів тривимірних моделей, зокрема, для аналізу були використані два комерційні інструменти (камера смартфона *iPad Pro LiDAR*) та сканер структурованого світла (*Go ! SCAN 50*) [22]. Все більше застосування знаходять мобільні програми для сканування, такі як *Polycam*, *3D Scanner* – популярні інструменти для створення високоякісних 3D-моделей за допомогою смартфона чи телефону. Доведено, що точність одержуваних тривимірних моделей недостатньо висока і становить +1,5 см. Для виконання сканування необхідно відійти від предмета сканування на певну дистанцію, яку необхідно дотримуватись до закінчення сканування, рухаючись навколо предмета. Застосунок послідовно знімає зображення, поєднує елементи 2D-зображень і відразу перетворює їх на 3D-модель (рис.7).

Відомий мобільний застосунок *Scaniverse* [23] дозволяє захоплювати, редагувати та обмінюватися 3D-контентом прямо з телефону. В основі роботи програми вбудовані в останні моделі смартфонів технології комп'ютерного зору.



Рисунок 7 - Результат сканування манекена у Polycam 3 D Scanner

Проведений огляд систем отримання вихідної інформації про форму поверхні фігури показує, що існує значна кількість систем, що забезпечують зручні та швидкі способи отримання відомостей про фігуру людини, що доводить можливість організації цифрової системи порівняння розмірів фігури та одягу.

1.2 Дослідження способів подання інформації про одяг у системах маркування та на онлайн платформах

Аналіз існуючих способів маркування одягу дозволив виявити три основні підходи до подання інформації на етикетці. Найпоширеніший підхід, у якому виробник вказує значення розмірних ознак постаті [24]. Такий підхід дуже поширений в Україні, оскільки існуюча антропометрична школа пропонувала використовувати систему типових постатей чоловіків, жінок та дітей. В цьому випадку для маркування розміру одягу вказують три провідні розмірні ознаки, розділені знаком тире. Зростання, Обхват грудей, Обхват талії для визначення розмірів чоловічого та дитячого одягу; зростання, обхват грудей та обхват стегон для визначення розмірів жіночого одягу. Споживачу звичніше визначати розмір одягу за допомогою номера, наприклад 44, 46, 48 і т.д. Номер

розміру одягу є напівобхватом грудей, виражений в сантиметрах. Інтервал різниці між розмірами становить 2.

Другий підхід характерний для низки західних країн, в якому розмір позначений буквами, наприклад, *XS, S, M, L, XL* і так далі і розшифровується як маленький, середній, великий і т.п. Третій підхід застосовують для позначення розмірів, характерних для конкретного виду виробів, що випускається. Так, наприклад, для штанів у маркуванні можуть бути вказані обхват талії та довжина крокового шва. Такого типу маркування носить назву спеціальної спеціальний *ad - hoc*.

У Європі існує стандарт *EN 13402-1* [25], який запроваджує єдине позначення розміру одягу в станах ЄЕС. Стандарт, за аналогією з застосуванням до позначення розміру використовує значення розмірних ознак фігури в сантиметрах. Позначення розміру на етикетці (рис.8) за цим стандартом містить зображення фігури, де стрілками зазначено які виміри треба врахувати під час вибору одягу та його значення вказані цифрами.



Рисунок 8 – Приклад маркування одягу (стандарт *EN 13402-1*)

В умовах глобалізації та розвитку Інтернет-торгівлі країни прагнуть єдиного позначення розмірів одягу. В даний час розроблено стандарт,

призначений для вимірювання параметрів фігури не тільки за допомогою контактних методів, але і для тривимірних моделей, що одержуються тривимірним скануванням.

У Європі та США існує міжнародний стандарт ISO 85559-1:2017 «*Size designation of clothes - Part 1: Anthropometric definitions for body measurement*» розроблений з урахуванням новітніх підходів до дослідження тіла людини та містить 90 антропометричних вимірів для людей будь-якої расової приналежності [26]. В області визначення цього стандарту зазначено, що він застосовується одночасно як для традиційного, так і для цифрового (3D) методу вимірювання тіла.

І саме в цьому стандарті встановлено систему позначень розмірів різних видів виробів з використанням зображення фігури та вказівкою основних та додаткових вимірювань. У цьому стандарті застосовані такі терміни - основний вимір (*primary dimension*): вимірювання тіла в сантиметрах, яке використовується для позначення розміру виробу для споживача; та додатковий вимір (*secondary dimension*): вимірювання тіла сантиметрів, яке може бути додатково використане для позначення розміру виробу для споживача. Приклади етикеток, розроблених за допомогою цього стандарту, наведено на рисунку 9.

Третій підхід маркування за параметрами товару уражає виробників одного виду одягу, наприклад, сорочок, джинсів, білизни тощо. І тут на етикетці вказують власні розміри товару, характерні йому. Наприклад, на джинсах вказують обхват талії та довжину штанів по внутрішньому шву в сантиметрах або дюймах, на сорочках вказують значення обхвату шиї та зростання, для бюстгальтерів наводять значення обхвату грудей четвертого та об'єм грудної залози [27].

Вищеописані системи маркування одягу містять значно відрізняється один від одного, обмежений набір розмірних ознак визначення розміру відповідного виду одягу. Споживач при виборі одягу на Інтернет-платформах змушений здійснювати порівняння розмірів своєї фігури зі спеціальними

таблицями або повинен виконати порівняння позначень розмірів у різних країнах і зрозуміти який розмір йому підходить (рис.10).

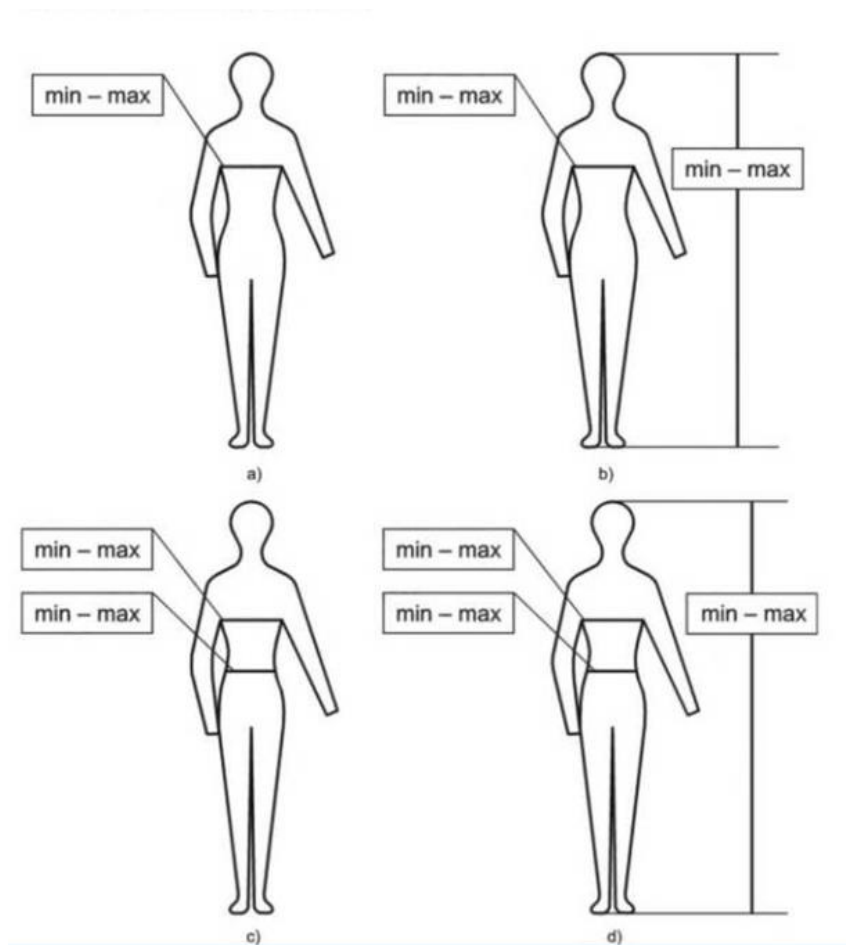


Рисунок 9 – Приклад етикетки для чоловічого піджака

US	US	UK / India	Australia	Франція	Німеччина	Japan	China/ Hong Kong	Korea	Україна	Мексика
	00	2		30	30	1	160/64A	-	38	XXCH
XS	0	4	4	32	32	3	160/66A	44	40	XCH
XS	2	g	g	34	34	R	160/68A	44	40	XCH
S	4	8	8	36	36	>	165/72A	55	42	CH
S	6	10	10	38	38	9	170/76A	55	42	CH
M	8	12	12	40	40	11	175/80A	77	44	M
M	10	14	14	42	42	13	175/84A	65	44	M
L	12	16	16	44	44	15	•	77	46	G
L	14	18	18	46	46	17	•	77	46	G
XL		21	21	48	48	19	-	88	48	XG
		22	22	50	50	21	-	88	50-52	XXG

Рисунок 10 – Відповідність позначень розмірів жіночого плечового одягу в різних країнах

Якщо при покупці в магазині такі системи маркування можуть зорієнтувати покупця при виборі одягу, оскільки існує можливість приміряти виріб, що сподобався, то для покупки у віртуальному режимі це занадто обмежений набір інформації. Існує необхідність створення єдиної цифрової системи маркування одягу, за допомогою якої користувачі могли б точно визначати свій розмір та здійснювати вдалі покупки в мережі.

Для вирішення проблеми визначення розміру одягу існує низка готових мобільних платних та безкоштовних додатків, принцип дії яких спрямований на перерахунок введених споживачем розмірних ознак та визначення відповідного розміру в маркуванні тієї країни, в якій вона зроблена або продається.

Широко поширений застосунок *True Size*, яке працює під операційними системами *IOS*, *Android* (рис.11). Застосунок пропонує на карті вказати країну, в якій вироблено одяг або в якій Ви знаходитесь, а програма автоматично переводить вимірювання фігури клієнта розмір одягу, прийнятий у зазначеній країні.



Рисунок 11 – Застосунок True Size

Існує застосунок для професійних кравців *Tailor Measure* (рис.12), яке може швидко і точно виміряти необхідні розмірні ознаки. У програмі реалізовано розпізнавання контурів фігури клієнта, якщо він завантажує своє фото та автоматичне визначення розмірних ознак.



Рисунок 12 – Застосунок Tailor Measure

Застосунок *Revolutionary measurement Tech* (рис. 13) забезпечує визначення розмірів за даними, які вводить користувач, вибудовує потрібну тривимірну модель і визначає необхідний розмір одягу.

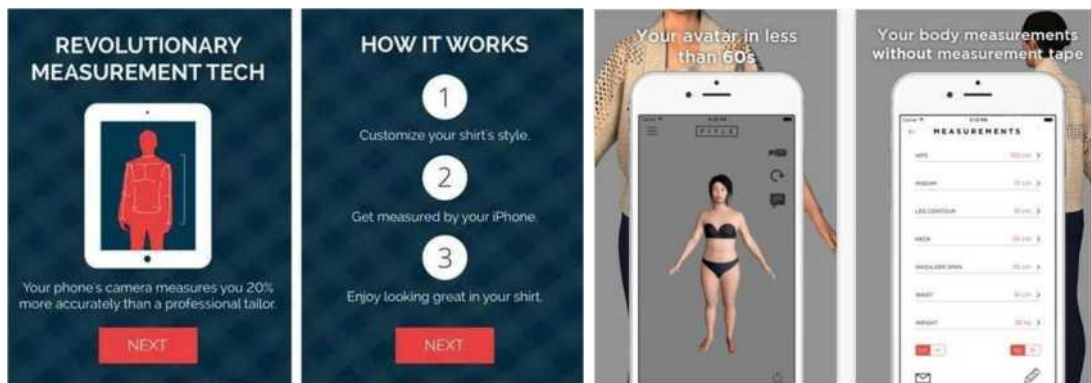


Рисунок 13 – Застосунок *Revolutionary measurement Tech*

Існує велика кількість маловідомих (рис.14) застосунків.

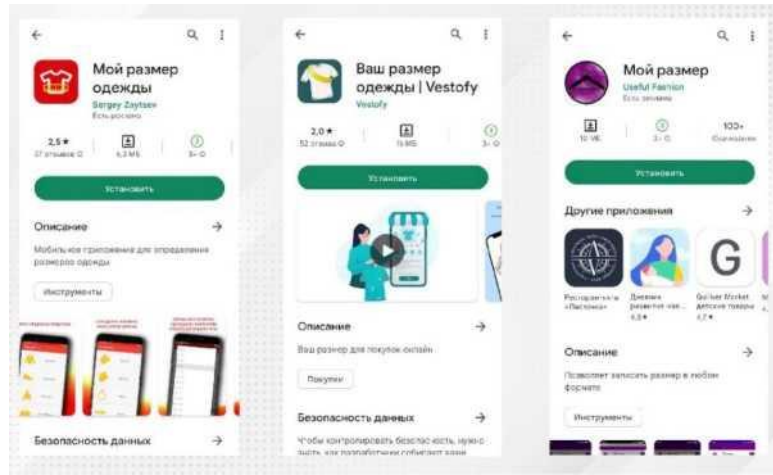


Рисунок 14 – Маловідомі мобільні застосунки

Існують і поширені застосунки (рис.15), які з різним ступенем точності та зручності дозволяють визначати розмірні ознаки фігур та необхідний для цієї фігури розмір одягу.

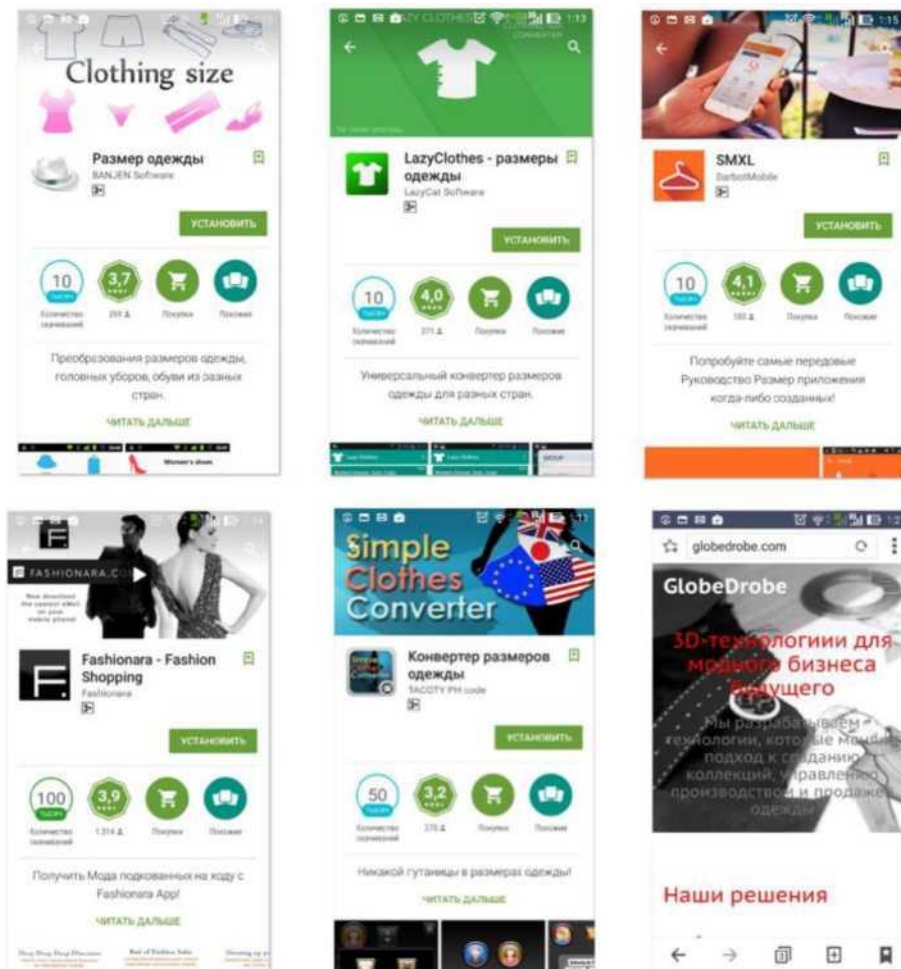


Рисунок 15 – Поширені мобільні програми

Рітейл, виробники та споживачі стикаються з проблемою завдання,

визначення та вибору розміру одягу, і ряд авторів бачить рішення у розробці систем орієнтованих на автоматичне розпізнавання стилю зображення, включаючи автоматичне маркування одягу, рекомендації з одягу та пошук одягу.

Згортки нейронні мережі добре справляються з розпізнаванням зображень і гнучко вирішують проблему набору даних з різними розмірами та масштабами (рис.16) [28].



Рисунок 16 – Приклад зображень набору даних

Відомі пропозиції, які дозволяють закласти в систему маркування значну кількість інформації, наприклад, за рахунок використання QR -коду. У маркетингових дослідженнях [29] 48 великих компаній, що продають одяг виявлено такі переваги використання QR-коду: велика кількість основної та додаткової інформації про продукт, доступність транзакцій, зв'язок з каналами, сервіс, заснований на місцезнаходження, програма лояльності та мультимедійна реклама.

Багато розробників намагаються захопити інвесторів ідеєю реалізації системи віртуальної примірки для Інтернет-продажу одягу, проте проведений огляд свідчить про необхідність серйозних наукових досліджень, які дозволять встановити обґрунтований взаємний зв'язок між конструктивними параметрами готового одягу, маркуванням цього одягу в середовищі виробників та ритейлерів реальні фігури.

1.3 Дослідження існуючих способів проведення віртуальної примірки та оцінки відповідності розмірів фігури та одягу

Для розробки методу, що дозволяє з високою точністю визначати відповідний споживачеві розмір одягу, виконаний патентний пошук та оцінка існуючого рівня техніки. Для аналізу вибрано підхід суцільного перегляду масиву публікацій. За даними ряду джерел можна виділити три типи програм віртуальних примірювальних для вирішення проблеми візуалізації одягу на фігурі індивідуального споживача [30]:

1. як вхідні дані про фігуру клієнта використовуються його розмірні ознаки, отримані будь-яким із способів - фото, відео, сканування;
2. програма автоматично зчитує параметри фігури людини за допомогою інфрачервоних сенсорів, наприклад, таких як датчики Microsoft Kinect;
3. webteam технологія захоплення зображення користувача, у разі зображення, зняте веб-камерою, накладається зображення одягу.

Виділено напрямок, в якому реалізовані прийоми управління гардеробом, шляхом вибору виробів з асортименту магазину, що підходять користувачеві за будь-якими параметрами (стилем, кольором, видом застосовуваного матеріалу, розміром і т.д.).

Система віддалених автоматизованих продажів [31], включає в себе цифрове обладнання у вигляді веб-камер, розміщених усередині периметра торгової зони та цифрове програмне забезпечення, поєднане з білінговою системою (рис.17).

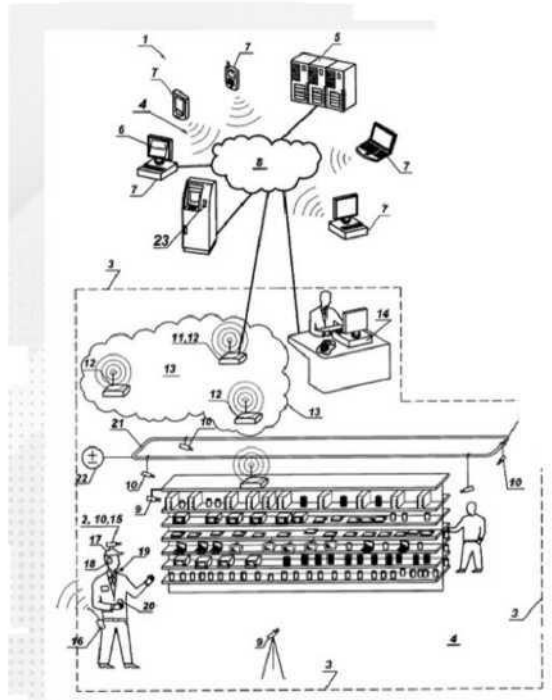


Рисунок 17 – Система віддалених автоматизованих продажів [31]

За допомогою програмного забезпечення відбувається зв'язок із електронними пристроями віддалених користувачів (комп'ютерами, мобільними телефонами, планшетами тощо). Споживач може вибирати вироби з асортименту магазину, представленого в торговому залі, оскільки всі камери виконані з можливістю передачі потоку відеоінформації про товари або послуги, що продаються в режимі реального часу. Система цифрового керування гардеробом призначена для дистанційного продажу виробів [32]. Для реалізації системи придумано систему маркування, що включає спеціальну етикетку з нанесеною на неї інформацією у вигляді зображення одягу, текстового опису стилю та розмірів одягу. Етикетка складається з двох частин - візуальної, у вигляді картинки одягу на фігурі (фотозображення, тривимірна модель, ескіз) та коду, призначеного для сканування. Код включає інформацію про назву предмета одягу в базі даних, посилання на виробника і повний опис про властивості одягу. Система досить зручна для створення бази даних виробів, що продаються, так як дозволяє різних виробників, але недостатньо пророблений блок опису розміру виробу, що ускладнює вибір.

Цілий ряд робіт [33–37] спрямований на те, щоб виділити модні напрямки

та запропонувати користувачеві, відповідні предмети одягу (рис.18).



Рисунок 18 – Виявлення модних аксесуарів на верхній частині голови [38]

Алгоритми на основі згорткових нейронних мереж [39-40] здатні автоматично визначати які зображення розглядає користувач, на яких він зупиняється довше і з асортименту магазину пропонує йому відповідні предмети.

Такі алгоритми широко використовують зображення із соціальних мереж для визначення модних трендів [41], а потім здатні видавати рекомендації користувачеві (рис.19).



Рисунок 19 – Виявлення та ідентифікація предметів одягу [41]

Такі системи більше орієнтовані на облік стилістичних особливостей, колірних параметрів та меншою мірою вирішують проблему ідентифікації

розмірів фігури та одягу. Як правило, такі системи не дозволяють провести достовірну примірку, тому що просто роблять одягання фотозображення на фотозображення фігури. Також такі системи дозволяють виконати візуалізацію зовнішнього вигляду з використанням аксесуарів із бази даних (далі – БД) магазинів, підключених до системи.

у створенні 3D-бібліотеки спеціально розроблених моделей, що включає 2D - шаблони для компонентів моделей (лекала) і симуляцію віртуальної моделі на 3D-манекені (рис. 20) [42].



Рисунок 20 – Тривимірна демонстрація одягу [42]

Така бібліотека моделей бібліотека інтегрується на сайт, де клієнт отримує доступ до колекцій моделей, вибирає бажану, переходить до введення даних про параметри фігури та отримує можливість оцінити посадку виробу. У разі не відповідності параметрів замовника типовим, клієнт має можливість надіслати запит на коригування та замовлення виріб, адаптованого до індивідуальних параметрів фігури.

Відомий винахід, у якому користувач може підібрати найбільш підходящу на його думку віртуальну 3D модель фігури, а потім порівняти фігуру з моделлю одягу на сайті ритейлера (рис. 21).

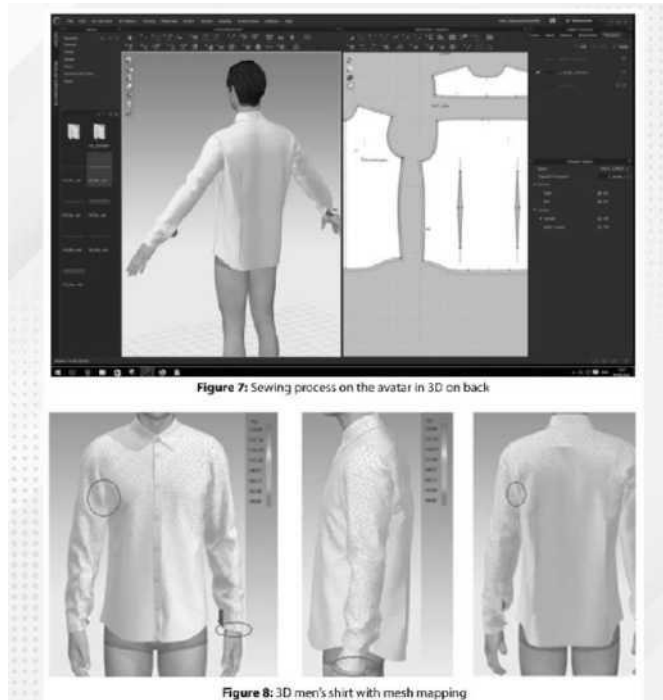


Рисунок 21 – Демонстрація тривимірної візуалізації виробу [43]

Підбір 3D-моделі фігури відбувається за рахунок відповідей на ряд питань про вагу, форму тіла, побачивши спереду, збоку і ззаду, пропорції і т.д. [44]. Цей винахід дозволяє побачити візуалізацію одягу на 3D моделі фігури [43]. Застосування бібліотеки тривимірних моделей дозволяє легко вносити виправлення до креслень конструкцій та виробляти персоналізований одяг.

Широко відомі анімаційні підходи для інтерактивного дизайну одягу на основі комп'ютерного моделювання. У процесі реалізації віртуального одягу використовується метод синтезу інтерполяції зразків та бібліотека зразків людського тіла, що особливо важливо для ефекту примірки [45]. Одяг, який потрібно відобразити, можна відсканувати, а потім ввести в комп'ютер для побудови моделі (рис.22).



Рисунок 22 – Приклад зразків бібліотеки виробів [45]

Процес віртуальної примірки найбільш повно реалізований в системах САПР одягу, таких як Clo 3 D Assyst і т.д. Багато вчених спрямовують свої зусилля на підвищення якості візуалізації зшивання лекал у таких системах за допомогою комбінації кількох фільтрів [46–47]. Вибрані ключові модулі – генерація 2D-розгорток; цифрове моделювання людини, 3D - дизайн та модифікація одягу, цифрова інтеграція властивостей матеріалів (рис.23).

Багато CAD - систем використовують методику створення симетричного манекена по сканованому зображенню фігури, потім на поверхні одягу наносяться лінії швів, а потім використовується алгоритм вирівнювання для створення лекал [48].

Створення симетричного манекена який завжди актуально під час персоналізації одягу та розробки одягу людей з особливостями постави (рис.24) [49], статури тощо.

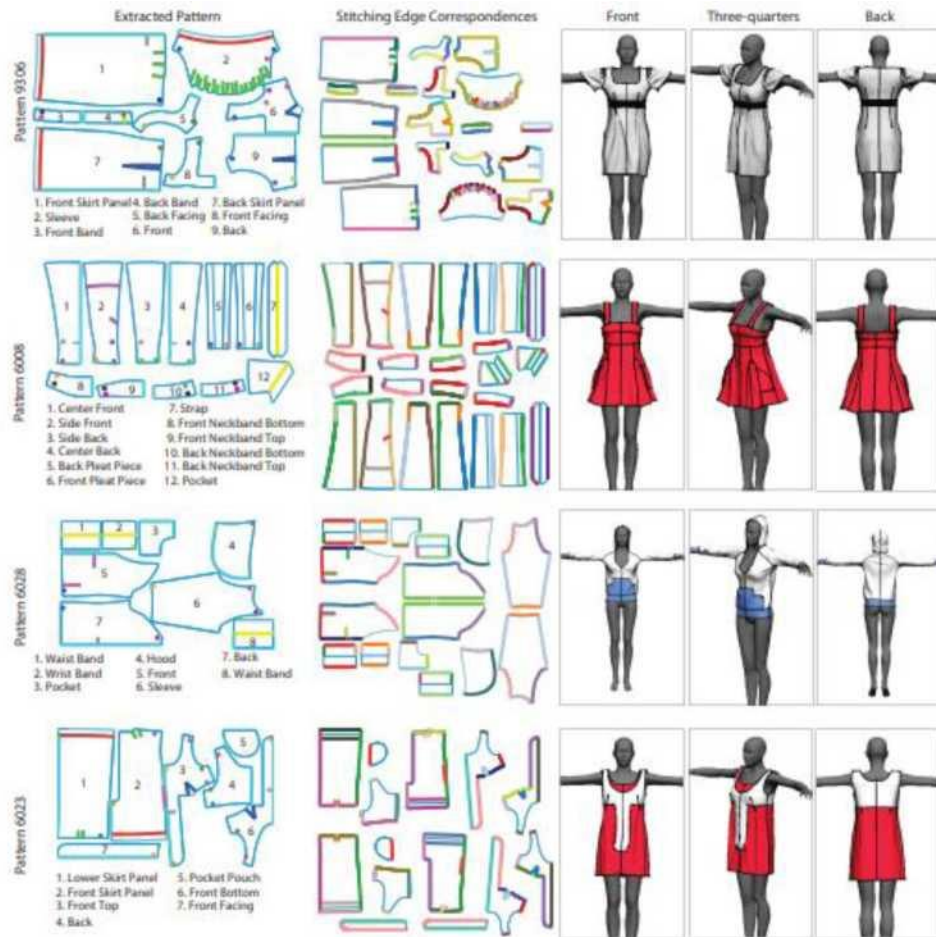


Рисунок 23 – Етап генерації 2 D - розгорток з наступною примірною в тривимірному середовищі [47]

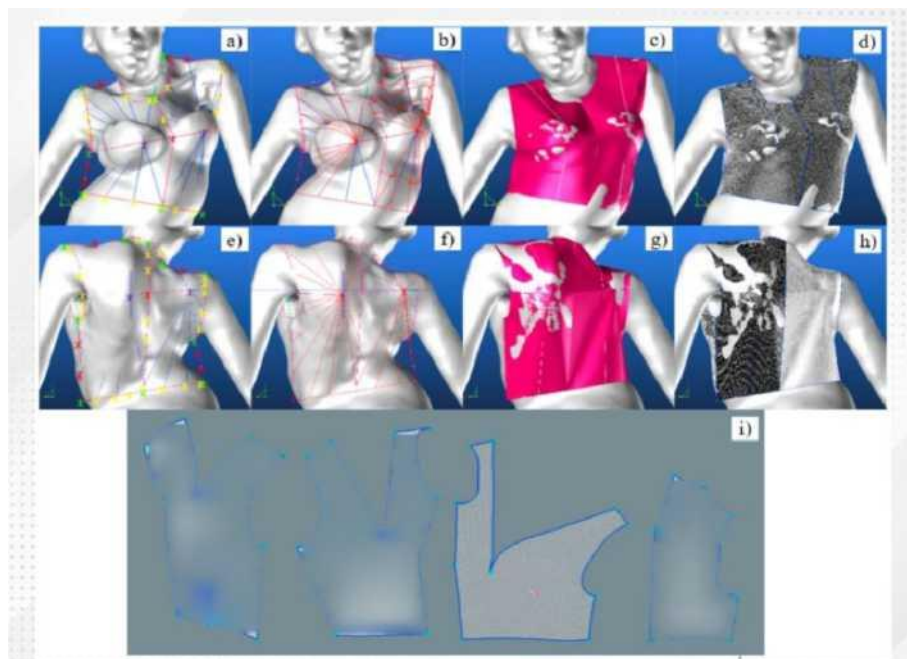


Рисунок 24 – Створення розгортки деталей для нетипової фігури [49]

Необхідними є системи, в яких можна створити персональний аватар і одяг з урахуванням визначення антропометричних точок фігури людини в 3D - просторі шляхом прив'язування конструктивних ліній до цих точок тим самим отримуючи розгортку нетипової фігури.

Відомі приклади застосування параметричних систем для автоматичного створення лекал одягу на основі мови *Python* [50]. Для перевірки точності лекал одягу було запропоновано три різні методи, засновані на подібності кривих та тривимірному віртуальному моделюванні, та була перевірена точність запропонованої системи (рис.25).

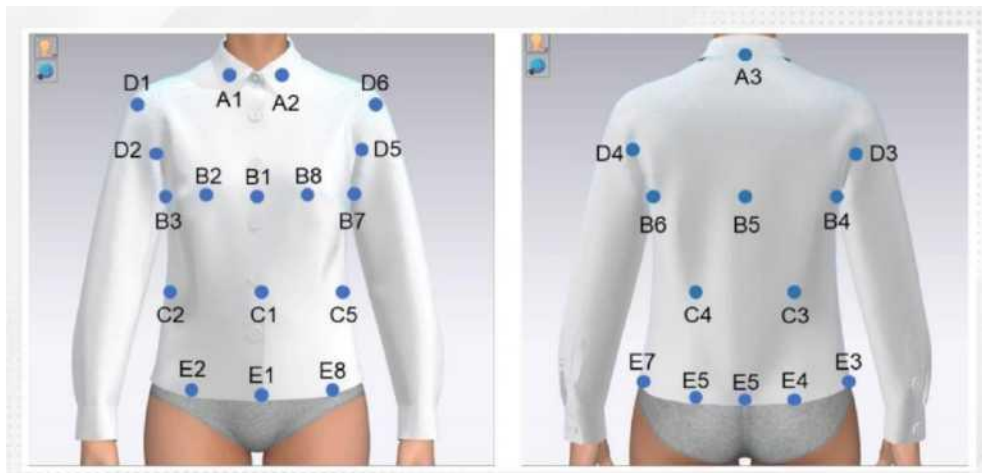


Рисунок 25 – Параметричне створення лекал за рахунок виділення взаємопов'язаних точок фігури та одягу [50]

Вбудувати застосунок *CAD* у систему вибору розміру одягу досить складно, оскільки є проблема збереження комерційних відомостей як креслень лекал, якими неохоче діляться виробники одягу. Таким чином, розвиток *CAD*-систем тривимірної візуалізації одягу згодом може бути вбудований як окремий модуль на сайт ритейлерів для виконання функції віртуальної примірки і згодом може бути використаний для підбору вірного розміру готового одягу.

Як окремий напрямок розвитку систем віртуальної примірки виділено методи, в яких для порівняння одягу з фігурою використовують прийоми тривимірного сканування [51-53]. Наприклад у винаході, комерціалізовано як система *MPORT* роблять сканування фігури споживача [54]. Система автоматично визначає розмірні ознаки фігури, які потім порівнюють із

відомостями, нанесеними на етикетку (маркування розміру). Для реалізації системи передбачено використання клієнтського терміналу, наприклад, персонального комп'ютера, ноутбука, смартфона, планшета, ігрової консолі тощо.

Клієнтський термінал дозволяє керувати профілем, який містить особисту інформацію про споживача, включаючи біометричні характеристики. Клієнтський термінал з'єднаний зі скануючою кабіною, яка може бути як стаціонарною, так і мобільною, що перевозиться до місця розташування клієнта. Недоліком розглянутого методу є недостатня точність визначення відповідності готового одягу різних виробників індивідуальним розмірним ознаками фігури через відмінності в стандартах маркування готового одягу.

Застосування відомостей у вигляді сканованих тривимірних моделей фігур клієнтів дуже затребуване в Інтернет-магазинах [55], оскільки дозволяє точно підібрати розмір одягу. Велика кількість систем заснована на застосуванні машинного зору та штучного інтелекту. Дослідниками [56] доведено, що використання доповненої реальності (AR) для віртуальної примірки дозволяє досить правдоподібно відтворювати користувачів і навколишнє середовище. Це дозволяє створити змішану реальність з унікальними функціями і враховувати різні психологічні особливості користувачів з подальшим впливом на їхні відповіді. Виявлено стримуючий ефект у застосуванні такої технології, який виникає у користувачів у зв'язку з різним рівнем навичок та досвіду використання технологій.

Аналіз [57] показав, що досвід покупок, пов'язаний з AR - технологіями залежить від трьох основних факторів, а саме: сприйняття корисності, здатності викликати інтерес і цікавість, а також комфорту взаємодії, що сприймається. Незважаючи на великий потенціал віртуальні примірювальні на основі AR-VR-технологій все ще залишаються на ранній стадії впровадження.

Найчастіше для створення 3D-моделі фігури, користувач повинен спочатку надати свою особисту інформацію, таку як зріст, вага, талія і плечі (представлений списком з параметрами, що випадає). Введені дані

обробляються в 3D-манекені користувача (рис. 26) [58].

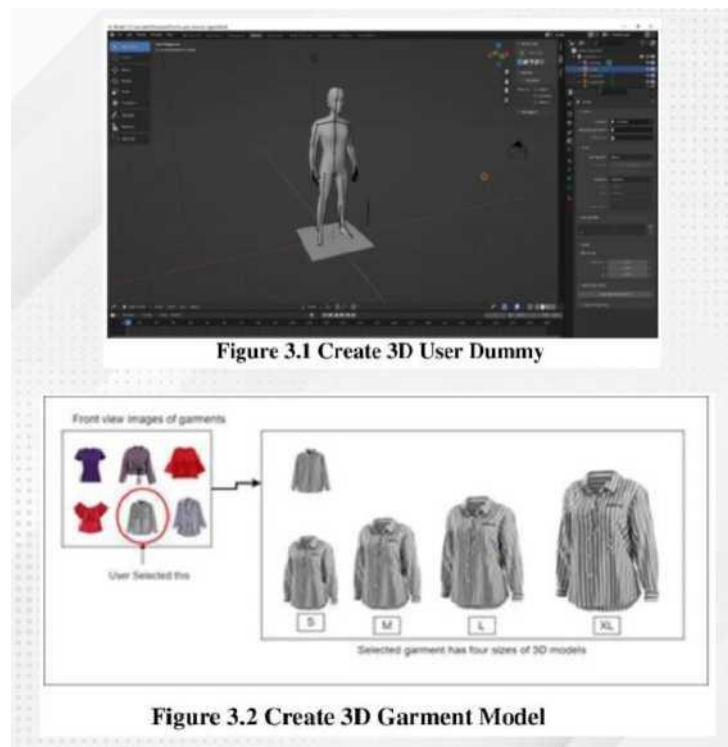


Рисунок 26 – Примірка виробів на індивідуальний аватар [58]

Штучний інтелект використовують із візуалізації модного одягу (рис. 27) на фотографії споживача [59]. Такі системи працюють на принципі розпізнавання, сегментації модних предметів одягу; перемикування текстур; віртуальної примірки [60]. Для її реалізації використовують згорткові нейронні мережі.

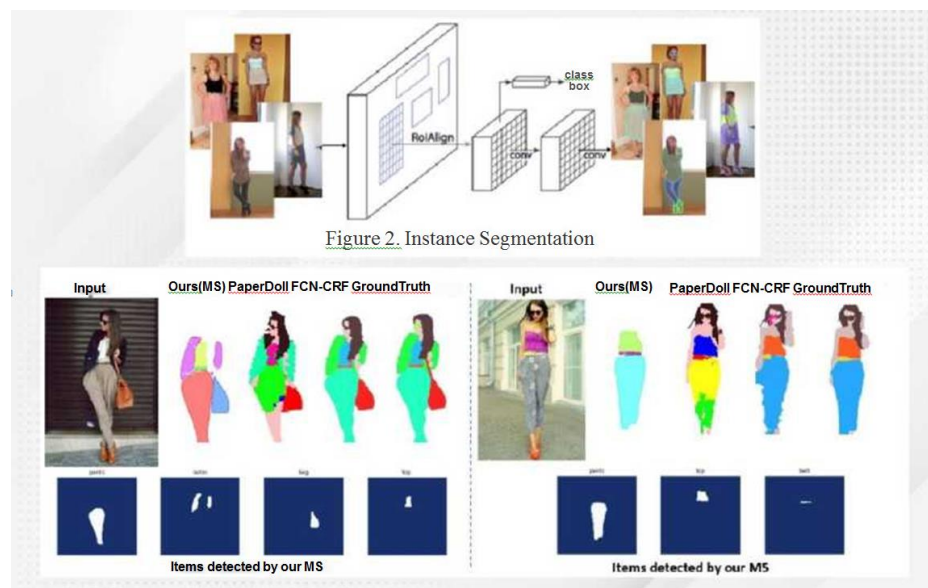


Рисунок 27 – Заміна вибраних модних предметів на зображенні фігури за допомогою штучного інтелекту [60]

У роботі [61] запропоновано зручний для людини інтерфейс, який реалізований за допомогою триетапного алгоритму: визначення місця розташування та розмірів тіла користувача, визначення опорних точок на основі розпізнавання обличчя, фігур та маркерів доповненої реальності та накладання одягу на зображення користувача (рис. 28).



Рисунок 28 – Етапи розпізнавання камерою обличчя та виявлення маркерних точок [61]

У порівнянні з іншими існуючими системами ключовою відмінністю є відсутність апаратних компонентів або периферійних пристроїв.



Рисунок 29 – Процес демонстрації виробу в віртуальній примірочній [62]

Відома технологія Virtual Fitting Room (VFR), яка поєднує двовимірні та/або тривимірні віртуальні об'єкти в середу тривимірної реальності, а потім проектує ці віртуальні об'єкти в режимі реального часу (рис.29).

Віртуальна тестова система складається з вертикального телевізійного екрану, датчика Microsoft Kinect, HD - камери та настільного комп'ютера [62].

Найбільш складним завданням є візуалізація одягу на об'єкті, що рухається (рис. 30).



Рисунок 30 – Генерація 3D - моделі одягу з єдиного 2D - зображення

Для вирішення такого завдання автори [63] пропонують інтерактивну систему навчання, яка може передбачити реалістичне 3D - положення та відповідну до нього деформацію тканини, необхідну для показу моделей одягу на реальних прикладах.

Застосування інфрачервоних сенсорів для відстеження становища тіла у просторі поширене і знаходить дедалі більше застосування в ритейлі одягу. Використовуючи методи глибинного сканування, можна створювати точні 3D-моделі покупців [64] та осмислено вимагати цифрові каталоги роздрібної торгівлі, відфільтровувати невідповідні товари та дозволяти клієнтам оцінювати аспекти стилю та відповідності в режимі реального часу (рис.31).

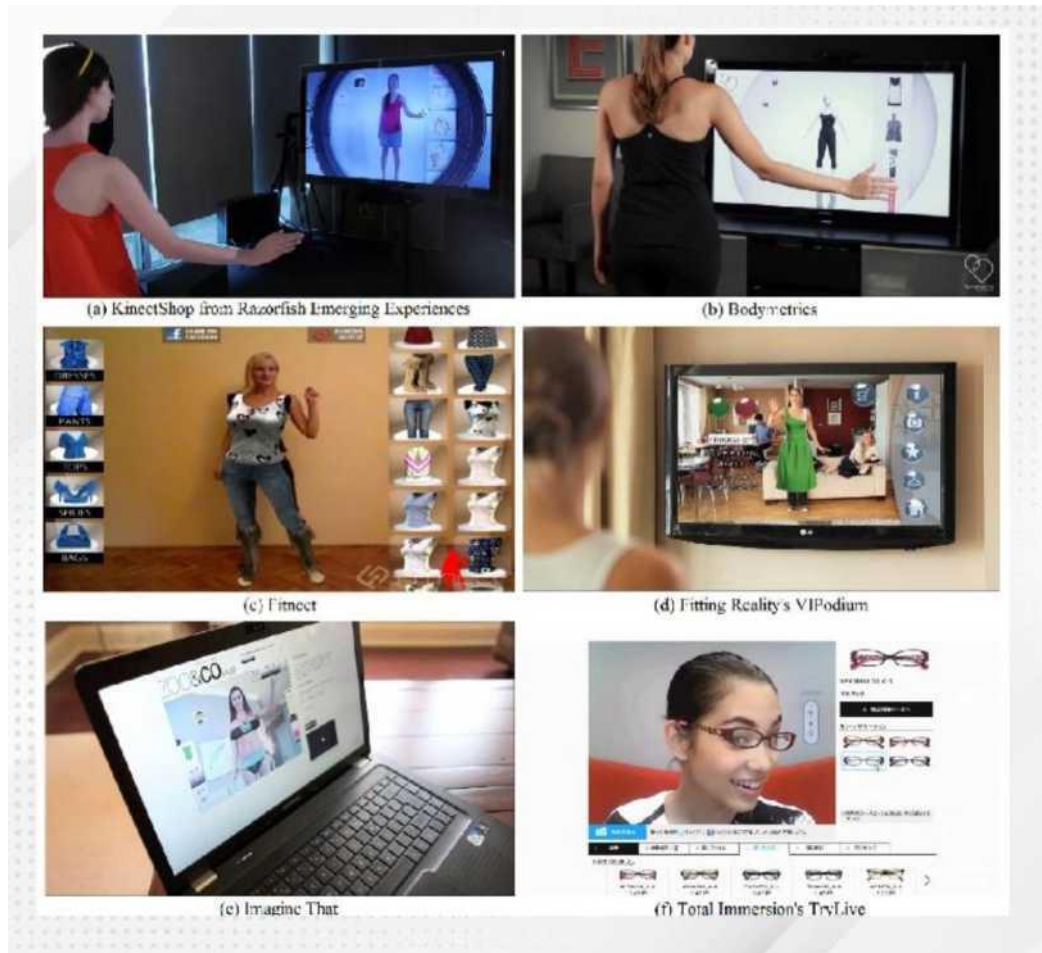


Рисунок 31– Практичне застосування інфра-червоних сенсорів [64]

Найбільш яскравим прикладом застосування такого винаходу є Інтернет-платформа створення образів споживача *MARK – MODA* (Рис. 32) [65].

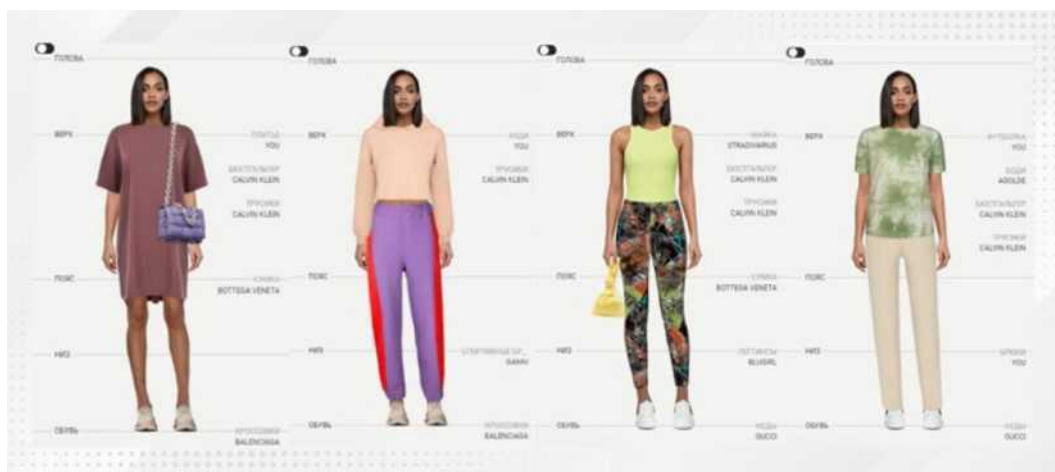


Рисунок 32 – Візуалізація образів на аватарі платформа MARK - MODA [65]

Ще один спосіб передбачає можливість створення типового аватара, який найбільш близький фігурі споживача [66]. Споживач може самостійно ввести

відомості про розміри, які запитує інтерактивна система. Розробники передбачили можливість завантаження фотозображення рис обличчя, зачіски і т.д., що вибираються з асортименту магазину виробни можуть бути одягнені на фотозображення фігури шарами, імітуючи наприклад пальто, одягнене на сукню. Однак така система не дозволяє оцінити чи підходить обраний розмір одягу фігурі, у цьому винаході можна прийняти рішення тільки про те, чи підходить одяг за стилем та типом зовнішності.

Відомий застосунок 3 Du [67], який дозволяє споживачеві взаємодіяти з сайтом виробника одягу або продавцем. У цьому додатку споживач може переглядати одяг, одягнений на стилізований аватар, який підходить за типом статури, при цьому існує можливість змінити аватар відповідно до уявлень користувача про свою фігуру, наприклад збільшити обхват грудей.

Відомий цілий ряд додатків для візуалізації одягу на фігурі, такі як *Replicant. fashion* та *IN 3 D* [68], *GoodStyle* (Рис.33), розумний гардероб *Wardrobe Expert*, *Smart Fashion: Stylist & Shop*, *Style Mate*, *My Wardrobe - Outfit Finder*, *mirrARme* і т.д.



Рисунок 33 – Застосунок *GoodStyle*

В даний час відома величезна кількість віртуальних примірювальних. Нижче перераховані найбільш популярні та працюють на високому рівні візуалізації та достовірності.

Zeekit дозволяє користувачам завантажувати свої фотографії та приміряти одяг різних брендів [69]. *Zeekit* використовує запатентовану технологію для

розбиття зображення на тисячі сегментів. Одяг обробляється аналогічно, а потім еквівалентні точки цих двох елементів складаються в єдиний образ, який показує людину, віртуально одягнену. Точність підбору розміру викликає нарікання і немає можливості оцінити дефекти, що виникають.

Fit Analytics: використовує машинне навчання для надання персоналізованих рекомендацій щодо вибору одягу на основі вимірювань користувачів. Технологія враховує контури та форму одягу, а потім співвідносить ці відомості з унікальним типом статури покупця, визначеного контурами фігури на фотографії [70].

Virtusize: допомагає користувачам підібрати правильний розмір (рис. 34) і посадку для онлайн-покупок, порівнюючи розміри свого улюбленого одягу з розмірами одягу, який вони хочуть купити [108]. Розробники вирішили не порівнювати розміри фігури та одягу, а знайшли легший спосіб. Якщо споживач має виріб, який йому підходить, у додатку достатньо ввести основні вимірювання саме відповідного одягу. Реалізовано можливість зробити фотографію свого одягу та застосунок самостійно вимірятиме його основні розміри на антропометрично важливих, на думку розробників, рівнях.

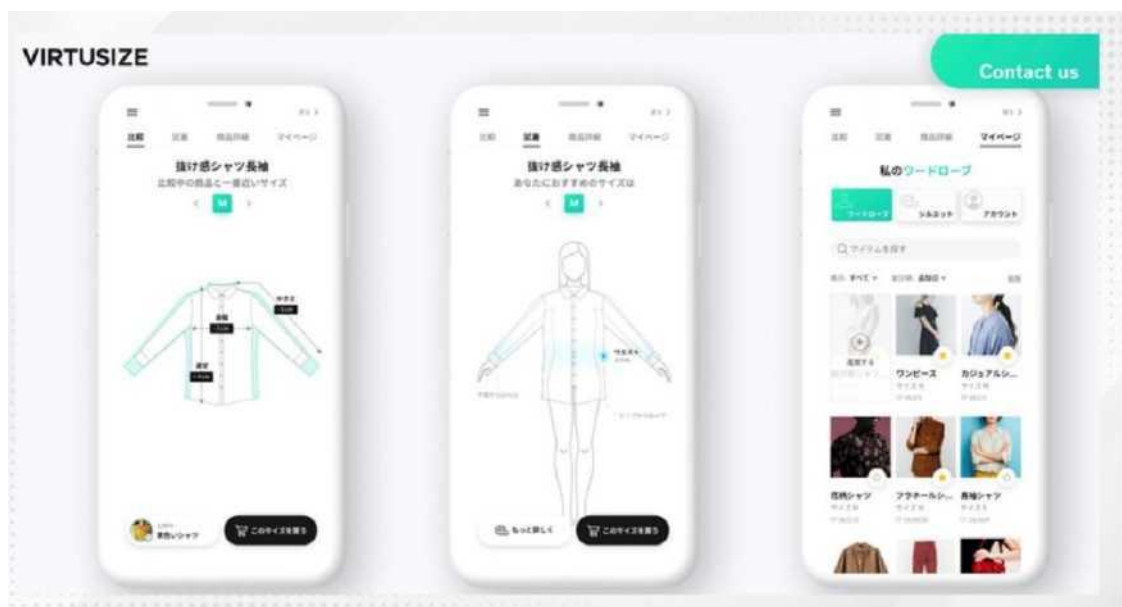


Рисунок 34 – Зовнішній вигляд програми *Virtusize*

Metail - Віртуальна примірювальна, яка створює 3D-моделі тіл користувачів для віртуальної примірки одягу. *True Fit* - віртуальна

примірювальна, яка використовує дані про минулі покупки та повернення користувачів, щоб запропонувати відповідний одяг.

Цілий ряд застосунків, які називають віртуальними примірювальними, працюють за принципом технології доповненої реальності (AR) працюють шляхом накладання тривимірної моделі або картинки з живим відео клієнта. Під час перегляду відео клієнт може віртуально відчувати вбрання або аксесуар відповідно до руху за допомогою накладеної 3D-моделі або рисунка. У таких системах рух людини відстежується за допомогою інфрачервоної камери та RGB камери і відбувається розпізнавання контурів тіла людини. Потім вироби синхронізують з відеозображенням фігури, а зображення одягу переміщується відповідно до руху людини [71].

Серед таких продуктів найвідоміша система *Zero 10*. Для його використання необхідно зробити фото чи відеозйомку у прилеглому одязі. Далі програма розпізнає фігуру та накладає варіанти одягу на розпізнані контури фігури. Накладення може відбуватися в режимі реального часу на смартфоні або комп'ютері. Технологія AR створює 3D-зображення тіла покупця і дозволяє йому побачити, як одяг виглядатиме на ньому в режимі реального часу (рис.35).

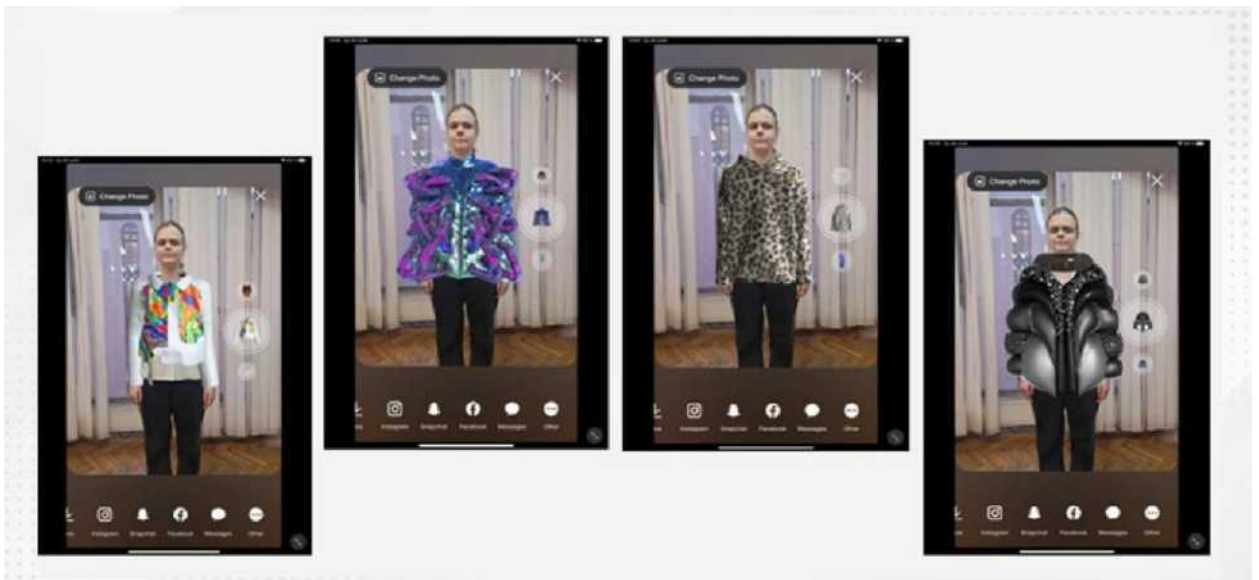


Рисунок 35 – Застосунок *Zero 10*

На основі досліджених підходів роботи віртуальних примірювальних складено класифікацію. Віртуальні примірювальні розділені за видами

застосовуваних методів та технологій, за видами вихідної інформації та за видами відображення кінцевої інформації.

За типом візуалізації фігури та одягу виділено такі варіанти як площинні та об'ємні, за застосовуваною інформацією виділено тривимірні моделі, що адаптуються до типових на основі на обмеженого набору розмірних ознак, та індивідуальні скановані моделі, а за типом відображення виділені веб- та мобільні додатки, а також стаціонарні установки.

Проведений огляд технічного рівня існуючих систем вибору готового одягу за розмірними ознаками споживача, а також систем управління гардеробом та віртуальними покупками показують, що системи роздрібного підбору готового одягу активно розвиваються та існують у великій кількості різновидів, а також дозволяють деяким чином вибирати одяг, представлений у віртуальному. мережі. Однак, задоволеність споживачів отриманими виробами не перевищує 20%, що веде або до високих витрат на логістику та повернення, або до зниження якості життя споживачів та незадоволеності їхніх очікувань та потреб.

1.4 Новий підхід до процесу вибору готових моделей одягу за допомогою цифрових технологій

Концепція вибору готового одягу для індивідуальної фігури споживача має спиратися на такі дані:

1. Необхідно ввести певні параметри для вимірювання фігури людини та виробів (з відкритим переліком, що уточнюється за категоріями асортименту або особливостями статури), за якими можливо провести обґрунтоване зіставлення одягу та фігури та прийняти рішення про відповідність розміру одягу фігурі за антропометричними характеристиками;

2. Розробити систему обґрунтованого зіставлення введених параметрів фігури та одягу на основі конструктивних надбавок, системи міжрозмірних припусків, що дозволяє прийняти правильне рішення про відповідність розміру

одягу фігурі за антропометричними характеристиками;

3. Створити БД виявлених (і поповнюваних) об'єктивних закономірностей, за допомогою яких можливо оцінити якість посадки та забезпечення гармонійності зовнішнього образу одягу на індивідуальних фігурах, що дозволить спочатку пропонувати для відбору покупцю найбільш підходящі йому моделі (виходячи із запитуваної характеристики покупця);

4. Передбачити можливість коригування виробничого процесу для виготовлення неіснуючого в базі даних розміру виробу (кастомізація) або більшого обліку споживчих переваг або оперативного реагування на попит, що виникає.

Запропоновано концептуальну схему процесу вибору готових моделей одягу для індивідуальної фігури. Виділено 3 основні етапи:

1. формування бази даних;
2. формування бази знань;
3. Заключний етап як практичної реалізації.

У базі даних знаходиться структурована довідкова інформація, від якої можна відштовхуватися при розробці способу вибору готових моделей одягу для індивідуальної фігури.

Вона служить для отримання кількісних даних про конструктивні параметри одягу та розмірні ознаки фігури індивідуального споживача, взаємозв'язки між якими виявлені та визначені на етапі розробки бази знань.

База даних містить такі елементи: відомості з ДСТУ про розмірні ознаки типових фігур; табельмери готових виробів одягу, що містять інформацію про вимірювання готових виробів та лекал; величини конструктивних надбавок, величини міжрозмірних припусків та інтервалів різниці.

Заключний етап у вигляді практичної реалізації є перекладом інформаційного змісту розробленого способу у формат програмного забезпечення, реалізуючи практичне застосування даного способу. Пропонований метод заснований на визначенні розмірів індивідуальної фігури, визначенні конструктивних параметрів лекал, виявленні допустимі відхилення

конструктивних параметрів лекал від розмірних ознак фігури. Допустимі відхилення розраховують на основі доступної інформації про конструктивні надбавки для різних видів одягу та інтервалів різниці між розмірами та зростаннями.

Підприємства-виробники одягу, незважаючи на відмінності у підходах до проектування нових зразків моделей, формують проектно-конструкторську документацію, яка відрізняється єдністю підходів. Практично у кожного підприємства проектно-конструкторська документація на модель включає табельмір, в якому міститься інформація про вимірювання основних конструктивних параметрів в готовій моделі і в лекалах. Отже, існує можливість порівняння антропометричних ознак фігури споживача з даними табельміра. Проведене порівняння відрізнятиметься високою точністю та єдністю критеріїв порівняння.

Для реалізації способу вибору готового одягу відповідно до фігури індивідуального споживача необхідна інформація про розмірні ознаки фігури споживача.

Отримати інформацію про розмірні ознаки споживача можна такими способами:

1. Отримання інформації про розмірні ознаки фігури індивідуального споживача може бути здійснено у режимі самостійного виміру двох параметрів. У цьому випадку подальше порівняння антропометричних параметрів фігури з конструктивними параметрами одягу здійснюватиметься за розмірними ознаками, за даними найближчої типової фігури. При самостійному вимірі та введенні всіх необхідних параметрів подальше порівняння з конструктивними параметрами одягу буде здійснюватись за індивідуальними розмірними ознаками.

3. Отримання інформації про розмірні ознаки фігури індивідуального споживача може бути здійснено в автоматичному або інтерактивному режимі за допомогою методу фотограмметрії, наприклад, двох фотографій фігури спереду і збоку.

4. Отримання інформації про розмірні ознаки фігури індивідуального споживача може бути здійснено в автоматичному або інтерактивному режимі за даними тривимірного сканування фігури, проведеного загальновідомими системами тривимірного сканування.

На другому етапі здійснюють створення бази даних, що включає інформацію про асортимент підприємства виробника або ритейлера і формують інформацію про вимірювання конструктивних параметрів готових моделей одягу в лекалах і в готовому виробі на підставі табельміра. На третьому етапі для кожного виду одягу формують БД відповідності розмірних ознак, конструктивних параметрів лекал та вимірювань у готовому одязі.

Створюють базу даних, що включає критерії для порівняння розмірних ознак фігури, вимірювань готового одягу та конструктивних параметрів лекал на основі конструктивних добавок та інтервалів міжрозмірних припусків.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ОДЯГУ ТА ВИДІЛЕННЯ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ ФІГУРИ ТА ОДЯГУ

Споживач часто стикається з проблемою вибору відповідного розміру одягу. Як показують сучасні дослідження, людина найчастіше на інтуїтивному рівні вибирає виріб на розмір менше, ніж насправді. Російські та зарубіжні бренди користуються різними системами позначення розмірів одягу та єдиного правила маркування не існує. Різниця у позначенні розмірів змушує споживача виконувати порівняння розмірів своєї фігури із відомостями, вказаними на етикетці кожного бренду. Навіть ретельно виконане порівняння не гарантує вибору правильного розміру одягу, що призводить до повернення купленого одягу, зниження задоволеності споживача та підвищення логістичних витрат виробника.

На даний час відсутній ефективний підхід до вирішення проблеми вибору готових моделей одягу, проте фахівці швейної галузі розуміють, що комплект проектно-конструкторської документації на модель містить достатній набір інформації для порівняння з розмірними ознаками фігур. Отже, існують передумови для систематизації відомостей про розміри фігур та їх взаємозв'язок із конструктивними параметрами одягу, що дозволить створити систему вибору готових моделей одягу шляхом обґрунтованого порівняння розмірів одягу та фігур споживачів.

2.1. Визначення значущих параметрів для порівняння розмірів фігури та одягу

Для розробки методу вибору готового одягу, що відповідає розмірам індивідуальної фігури, необхідно ввести певні параметри з відкритим переліком, що уточнюється за категоріями асортименту або особливостям статури, за якими можливо провести обґрунтоване порівняння вимірювань одягу та розмірних ознак фігури.

Асортимент одягу, представлений над ринком, дуже великий. У дисертаційній роботі як об'єкт дослідження обрано асортимент чоловічого одягу, який включає футболки, світшоти, класичні сорочки, худі, джинси.

Перелік предметів одягу, обраний для дослідження, сформовано на основі опитування споживачів чоловіків віком від 20 до 50 років у кількості 35 осіб. Анкета включала вступну частину, в якій споживачів просили відповісти на питання, що визначають соціальний стан, вік, рівень доходу та вид діяльності. І основну частину, в якій анкетовані відповідали скільки предметів одягу є у них в гардеробі. До переліку були включені вироби з текстильних матеріалів та трикотажу. Перелік включав: майку, футболку, лонгслів, сорочку, светр, кардиган, світшот, худі, жилет, піджак, куртку, пальто, штани класичні, джинсові штани, шорти.

Виявлено, що в гардеробі у опитаних є такі вироби, як футболки (100%) – не менше 3 шт., світшоти (92%) – не менше 1 шт., класичні сорочки (100%) не менше 3 шт. 92%) не менше 2 шт., джинси не менше 4 шт. (100%).

Підприємства-виробники одягу формують проектно-конструкторську документацію, що відрізняється єдністю підходів. Практично у кожного підприємства в обов'язковому порядку у складі проектно-конструкторської документації є табельмір, в якому міститься інформація про вимірювання основних конструктивних параметрів у готовій моделі одягу та в лекалах. Ця ж інформація у тому чи іншому вигляді присутня у технічному завданні (ТЗ), яке компанія передає на швейне виробництво. На підставі цього документа відбувається контроль якості партії, що відшивається на відповідність заданому розміру.

Отже, існує можливість порівняння антропометричних ознак фігури споживача з даними табельміра чи ТЗ. Проведене порівняння відрізнятиметься високою точністю та єдністю критеріїв порівняння.

Аналіз табельмірів та ТЗ великих компаній (Modis, Banana Republic, Sperry, American Eagle Outfitters та ін) показав, що перелік вимірів для виробів одного виду практично однакові, але є незначні відмінності у формулюванні

назви виміру.

Для контролю пропорційності одягу та фігури має сенс порівнювати вимірювання одягу, які відповідають:

- провідним розмірним ознакам;
- розмірні ознаки, які використовують при побудові базової сітки креслення моделі (як правило, саме вони відповідають за габарити виробу);
- розмірними ознаками, які вважаються важливими при примірюванні виробу та визначенні антропометричної відповідності.

Вимірювання, які формують особливості дизайну виробу, наприклад ширина кишені, ширина манжети можуть бути виключені з аналізу.

Завдяки аналізу конструкторської документації виявлено перелік вимірювань готового одягу та лекал (табл.1), які обов'язково зустрічаються у компаній виробників.

Таблиця 1

Перелік вимірювань одягу. Плечовий одяг

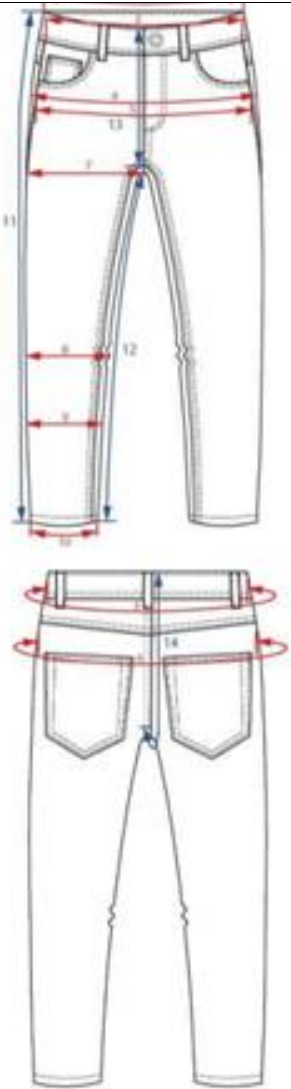
Рисунок вимірів	№ параметра в анкеті	Назва параметра (вимірювання у готовому виробі)	РП фігури, з яким порівнюється вимір
	1	Довжина горловини	Т ₁₃
	2	Ширина виробу на рівні плечей	Т ₅₃
	3	Ширина виробу на рівні пройми	Т ₁₆
	4	Ширина виробу знизу	Т ₁₉
	5	Довжина виробу по центру спинки	Т ₄₀
	6	Довжина виробу від кута плечового шва.	Т ₄₃
	7	Висота пройми ззаду	Т ₃₉
	8	Довжина рукава	Т ₆₈
	9	Ширина рукава зверху	Т ₂₈
	10	Ширина рукава внизу	Т ₂₉
	11	Ширина переда	Т ₄₅
	12	Ширина по талії	Т ₁₈
	13	Ширина плеча	Т ₃₁
	14	Ширина спинки	Т ₄₇

Перелік параметрів для поясного одягу включає 14 найменувань, наведених у таблиці 2. Аналіз виконаний для плечового та поясного

асортименту чоловічого одягу. Перелік параметрів для плечового одягу включає 14 найменувань і наведено в таблиці 1.

Таблиця 2

Перелік вимірювань одягу. Поясний одяг

Рисунок вимірів	№ параметра в анкеті	Назва параметра (вимірювання у готовому виробі)	РП фігури, з яким порівнюється вимір
	1	Ширина виробу по поясу	Т ₁₈
	2	Ширина передньої частини по талії	Т ₁₈
	3	Ширина задньої частини по талії	Т ₁₈
	4	Ширина виробу по стегнах	Т ₁₉
	5	Ширина передньої частини по стегнах	Т ₁₉
	6	Ширина задньої частини по стегнах	Т ₁₉
	7	Ширина виробу на рівні стегна	Т ₂₁
	8	Ширина виробу на рівні коліна	Т ₂₂
	9	Ширина на рівні ікри	Т ₂₃
	10	Ширина виробу знизу	Т ₂₄
	11	Довжина бокового шва	Т ₂₅
	12	Довжина крокового шва	Т ₂₇
	13	Довжина середнього шва спереду	Т ₇₇
	14	Довжина середнього шва ззаду	Т ₇₇

На наступному етапі виконано експеримент, у якому за допомогою експертної оцінки виявлено значущість виділених вимірювань одягу для вирішення задачі визначення відповідності розміру одягу фігурі.

Як експерти виступили фахівці у швейній галузі зі стажем роботи від 5 до 25 років, які мають багаторічний досвід роботи з розробки конструкцій та

технології виготовлення, контролю якості та продажів. Експерти, у кількості 127 осіб, оцінювали, наскільки той чи інший параметр із запропонованого списку відповідає за антропометричну відповідність одягу фігурі. Найбільш значимому параметру, як плечовий, так поясного одягу присвоювався ранг рівний 1, а найменш значимому - ранг 14.

Для визначення значимих параметрів використовувався метод ранжування заданих значень, що наказує достатній ступінь узгодженості думок експертів, що оцінюється за коефіцієнтом конкордації W і представляє собою коефіцієнт кореляції групи експертів:

$$W = 12 S / m^2 (n^3 - n); \quad (2.1)$$

S – Сума квадратів відхилень (СКО);

m – Число експертів;

n – Число оцінюваних факторів.

Сукупність оцінок експертів за кожним параметром значно відбиває значимість, з якою вимір відбиває антропометричне відповідність одягу фігурі людини.

Результати ранжування значущості параметрів для плечового одягу графічно зображені рисунку 36, для поясного одягу – рисунку 37. Досліджувані параметри показані в порядку зменшення значущості, нумерація вимірювань підписана внизу і відповідає нумерації в таблицях 1-2.

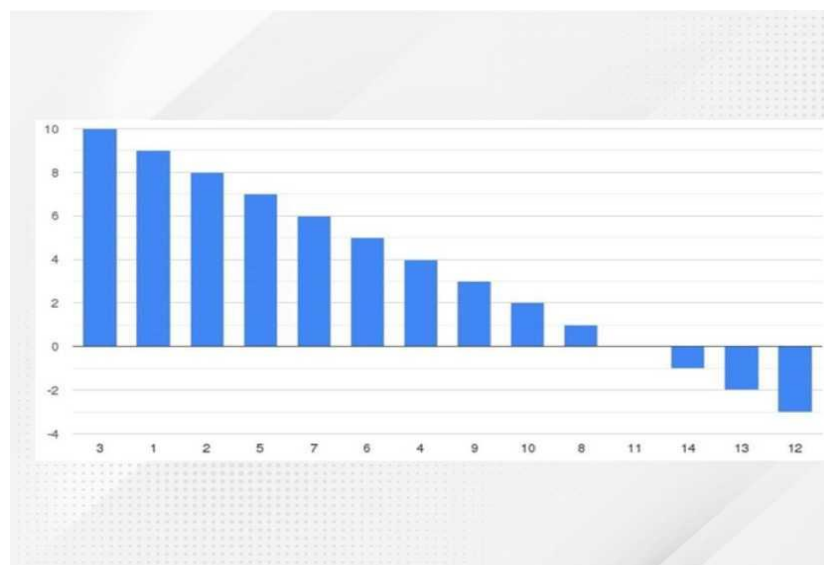


Рисунок 36 – Рангова оцінка значимості вимірювань готового одягу плечової групи

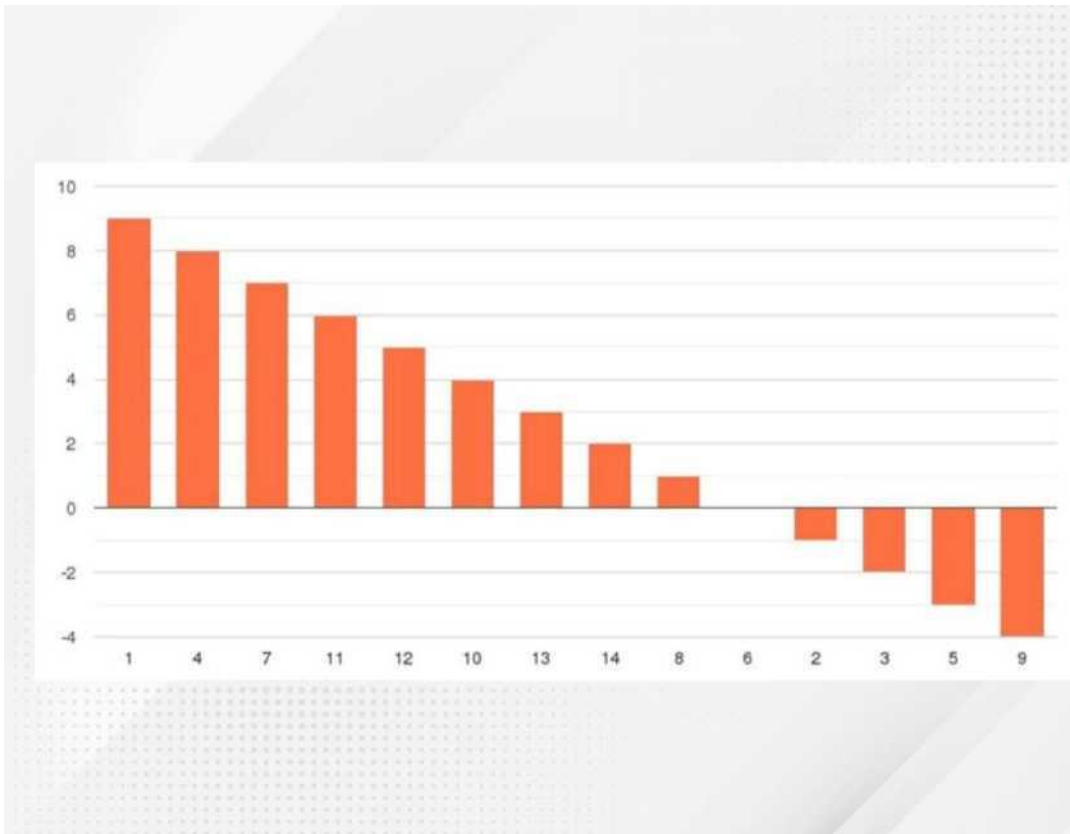


Рисунок 37 – Рангова оцінка значимості вимірювань готового одягу поясної групи

Десять найбільш значущих вимірів для оцінки плечового одягу в порядку зменшення значимості наведено в таблиці 3: довжина горловини, плечовий діаметр, ширина виробу під проймою, ширина виробу внизу, довжина виробу по центру спинки, довжина виробу від кута плечового шва, висота пройми, довжина рукава, ширина рукава зверху, ширина рукава внизу.

У поясних виробках визначено 9 найбільш значущих вимірів (табл. 4): ширина виробу по поясу, ширина виробу по стегнах, ширина виробу на рівні стегна, ширина виробу на рівні коліна, ширина виробу по низу, довжина бокового шва, довжина крокового шва, довжина середнього шва спереду, довжина середнього шва ззаду.

Таблиця 3

Параметри антропометричного відповідності одягу фігури людини в порядку зменшення значущості. Плечовий одяг

№ параметра в анкеті	Назва параметра (вимірювання у готовому виробі)	РП фігури, з яким порівнюється вимір
1	Довжина горловини	Т 13
2	Ширина виробу на рівні плечей	Т 53
3	Ширина виробу на рівні пройми	Т 16
4	Ширина виробу знизу	Т 19
5	Довжина виробу по центру спинки	Т 40
6	Довжина виробу від кута плечового шва.	Т 43
7	Висота пройми ззаду	Т 39
8	Довжина рукава	Т 68
9	Ширина рукава зверху	Т 28
10	Ширина рукава внизу	Т 29

Таблиця 4

Параметри антропометричного відповідності одягу фігури людини в порядку зменшення значущості. Поясний одяг

№ параметра в анкеті	Назва параметра (вимірювання у готовому виробі)	РП фігури, з яким порівнюється вимір
1	Ширина виробу по поясу	Т 18
2	Ширина виробу по стегнах	Т 19
3	Ширина виробу на рівні стегна	Т 21
4	Ширина виробу на рівні коліна	Т 22
5	Ширина на рівні ікри	Т 23
6	Ширина виробу знизу	Т 24
7	Довжина бокового шва	Т 25
8	Довжина крокового шва	Т 27
9	Довжина середнього шва спереду	Т 77
10	Довжина середнього шва ззаду	Т 77

За допомогою уточнюючого питання, заданого тим же експертам «Який або які виміри дозволяють визначити відповідний розмір» вдалося визначити 2 (два) основні виміри для плечового та 2 (два) для поясного асортименту (рис.38), які є основними серед значущих. Для плечового асортименту 92% опитаних вибрали виміри: довжина горловини, ширина виробу під проймою. У свою чергу для брючного асортименту найбільш важливими є вимірювання

ширина виробу по поясу, ширина виробу по стегнах.

Проведене дослідження дозволило визначити основний та додатковий перелік вимірювань готового одягу, в якому вимірювання розташовані за значимістю при прийнятті рішення, що дозволить провести порівняння розмірних ознак фігури та вимірювань одягу та прийняти рішення, що ґрунтується на кількісній оцінці.

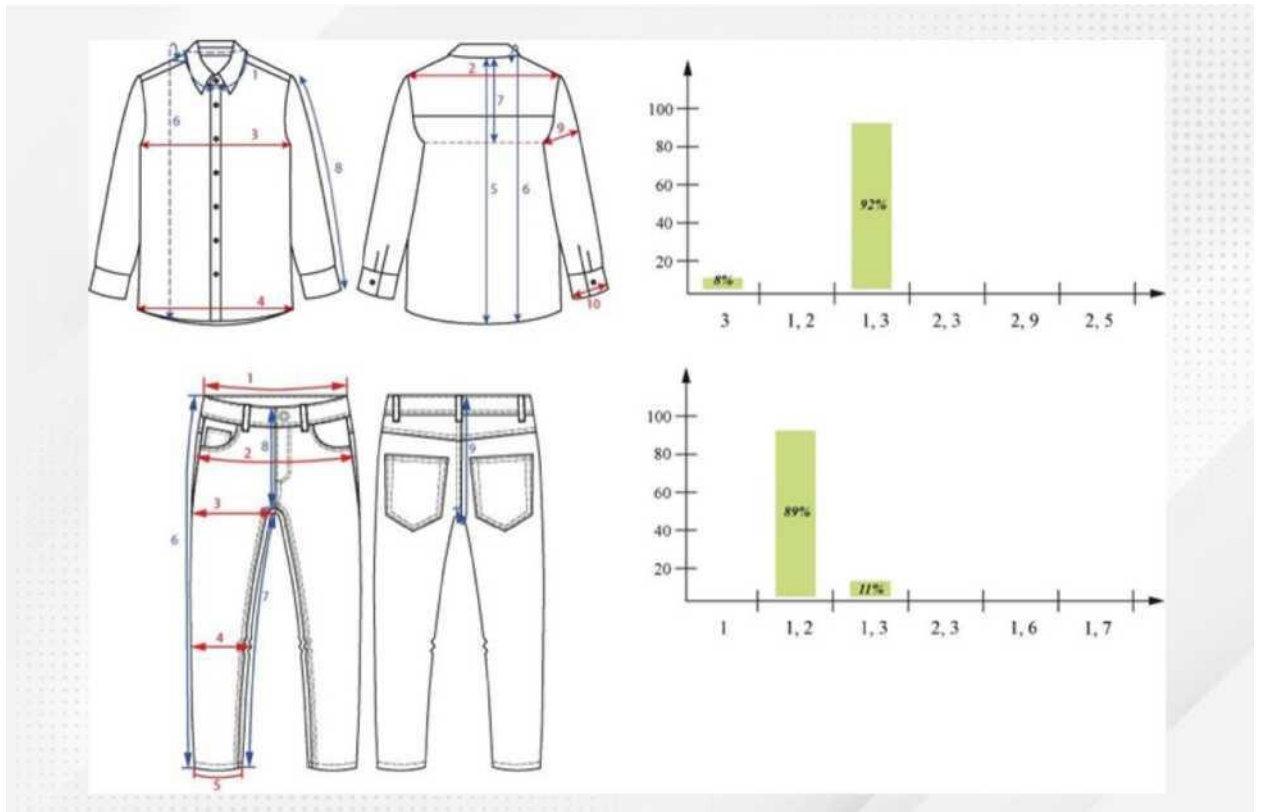


Рисунок 38 – Результати опитування за основними вимірами для визначення пропорційності

Виконаний експеримент дозволить створити алгоритм для порівняння розмірних ознак фігури та вимірювань готового одягу та лекал при створенні програмного забезпечення. При недостатності відомостей про РП фігури порівняння повинно проводитись за основними вимірами. За наявності сканованої тривимірної моделі фігури чи значень всіх розмірних ознак до ухвалення обґрунтованого рішення слід порівнювати весь перелік вимірів.

2.2 Розробка методики кількісної та якісної оцінки антропометричної відповідності одягу фігурі

Дослідження спрямоване створення бази даних величин додатків, які можуть бути критерієм порівняння розмірних ознак фігур і вимірів готового одягу, і дозволять приймати обґрунтоване рішення по антропометричною відповідністю розміру одягу фігурі. Необхідний єдиний підхід до створення бази даних величин конструктивних припусків, які вважатимуться допустимими щодо вірного розміру одягу.

В кваліфікаційній роботі запропоновано методику проведення експерименту, яка включає наступні етапи:

1. Вибір виду одягу, що досліджується. На цьому етапі вибір походить з асортименту чоловічого одягу. Як найбільш затребувані предмети одягу в чоловічому гардеробі визначено футболку, сорочка, худі, світшот, штани.

2. Вибір типової чи індивідуальної фігури, на яку відбуватиметься порівняння розмірів одягу. В якості фігури, що бере участь в експерименті, обраний чоловік віком від 20 до 30 років з розмірними ознаками 182-100-88 для світшота, футболки, худі, штанів і фігура з параметрами 182-104-88 для сорочки.

3. Розробка модельних конструкцій виду одягу, що досліджується, з різними величинами додатків за основними вимірюваннями, виділеними в п.1.1. Для плечового одягу зміну МК виробів виконують за довжиною горловини, шириною виробу під проймою. Для поясного одягу зміну МК виробів виконують за шириною виробу за поясом, шириною виробу по стегнах.

Величини добавок змінюють як у меншу, так і більшу сторону. Як інтервал зміни величини збільшення прийнята величина мінливості розмірної ознаки за розмірами (міжрозмірне збільшення).

У свою чергу, підбір досліджуваних виробів можна проводити з наявних зразків різних розмірів. На основі своєї або іншої бібліотеки можна проводити оцінку різних розмірів на одній фігурі.

4. Виготовлення виробу. Одяг виготовляють із заданими величинами додатків. Для вивчення величин додатків в чоловічих сорочках використовували підхід виготовлення виробів із змінним конструктивним додатком, що призводило до зміни форми виробу. При дослідженні футболок, світшотів і штанів використовували готові вироби з асортименту магазину Mango;

5. Одягання моделей одягу на індивідуальну фігуру з наступною фіксацією візуальної інформації про якість посадки (фотозображення вид спереду, збоку, ззаду). Приклад фотофіксації наведено на рисунку 39. Кожна фотографія виробу кодується певним чином, щоб під час експертної оцінки фахівці не знали, який вимір змінено.



Рисунок 39 – Приклад фотофіксації одягнутого одягу на фігурі споживача: а – футболка; б - світшот

6. Експертна оцінка якості посадки відбувається шляхом відповідності варіантів одягу фігурі на основі візуальної інформації. На прикладі чоловічої сорочки кожен опитуваний оцінював якість посадки при погляді на фотографію відповідно до вимог до якості посадки, орієнтуючись на власний емпіричний досвід і розуміння комфортного прилягання виробу. Фахівці знали, що наявність вільних чи напружених вертикальних чи горизонтальних складок, похилих та кутових заломів є дефектом, так само як порушення горизонтальності по лінії низу спереду та ззаду.

7. Тактильна оцінка зручності експлуатації одягу на фігурі (суб'єктивна оцінка споживача) за п'ятибальною шкалою. Використано єдиний підхід до

оцінки. Споживачу ставили запитання «Чи зручно вам у цьому одязі? Оцініть за п'ятибальною 5 шкалою. Де 1 – носити неможливо; 2 - носити вкрай незручно, тисне; 3 – носити незручно, дуже вільно, 4 – носити можливо, але хотілося б краще, 5 – ідеальний варіант, все відповідає». У плечовому одязі оцінювали ділянки довжина горловини, ширина виробу під проймом, ширина рукава зверху; ширина виробу лише на рівні талії. Для брючного асортименту виміру ширина виробу по поясу, ширина виробу по стегнах.

8. Формування баз даних. За результатами аналізу та зіставлення результатів експертної оцінки та тактильних відчуттів споживача формують допустимі величини додатків за основними вимірами.

9. Порівняння табельмірів виробів, визнаних пропорційними з розмірними ознаками індивідуальної фігури за переліком вимірювань, визнаних значущими при визначенні пропорційності одягу та фігури.

На рисунку 40 представлено схему вимірювання фігури. Червоним кольором позначені зони вимірювання обхватів, синім – довжин. На рисунках відображено схеми вимірювання готових виробів. Червоним кольором позначені горизонтальні виміри, синім – вертикальні.

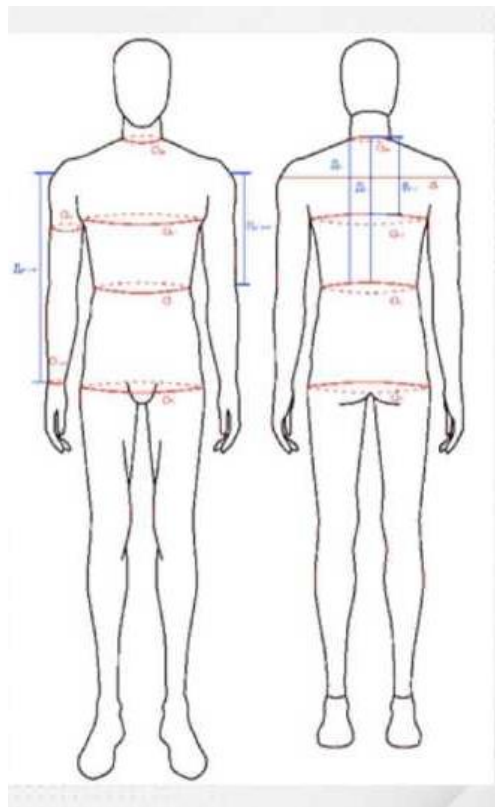


Рисунок 40 – Схема вимірів фігури людини

Зокрема для оцінки плечового одягу визначають збільшення по вимірах: довжина горловини, плечовий діаметр, ширина виробу під проймою, ширина виробу внизу, довжина виробу по центру спинки, довжина виробу від кута плечового шва, висота пройми, довжина рукава, ширина рукава вгорі, ширина рукави знизу. У поясних виробках за вимірами ширина виробу по поясу, ширина виробу по стегнах, ширина виробу на рівні стегна, ширина виробу на рівні коліна, ширина виробу по низу, довжина бокового шва, довжина крокового шва, довжина середнього шва спереду, довжина середнього шва ззаду.

Запропонований комплексний підхід до отримання інформації на основі експертної та кількісної оцінки дозволить сформуванню бази даних допустимих величин припусків, з допомогою яких можна буде обґрунтовано оцінювати відповідність одягу фігурі.

2.3 Розробка БД значень допустимих величин припусків у чоловічих сорочках на основі якісної та кількісної оцінки

На першому етапі виконано візуальну оцінку відповідності розміру сорочки формі та розмірам тіла споживача за допомогою експертної оцінки. Оцінку проведено на фігурі індивідуального споживача з розмірними характеристиками 182-104-88.

Для проведення процедури візуального порівняння виготовлено 16 чоловічих сорочок. Дев'ять (9) чоловічих сорочок виготовлені з різною величиною збільшення на волю по обхвату грудей (P_{c16}). Сім чоловічих сорочок - з різною величиною збільшення свободи до обхвату шиї (P_{c13}). Величини припусків за вказаними рівнями наведені у таблиці 5. Рівень, за якими змінювали величину надбавки на свободу обраний на основі ISO 8559-2, де вимірювання ширини виробу на рівні глибини пройми та довжини коміра є основними для чоловічих сорочок при маркуванні розміру сорочки на етикетці.

Припуски до макетів чоловічих сорочок, що використовуються

	Ширина виробу на рівні грудей, см	Обхват грудей, см	Надбавка П с16 см		Довжина горловини, см	Обхват шиї, см	Надбавка, П с13, см
1	96,4	104,0	-7,6	1	43,4	44,4	-1,0
2	102,2		-1,8	2	44,4		0
3	106,8		2,8	3	45,4		1,0
4	112,6		8,6	4	46,4		2,0
5	117,2		13,2	5	47,4		3,0
6	122,4		18,4	6	48,4		4,0
7	127,6		23,6	7	49,4		5,0
8	132,8		28,8				
9	138,0		34,0				
				-	-		-

Зовнішній вигляд модельних конструкцій сорочок, поєднаних однією кресленні наведено рисунку 41.

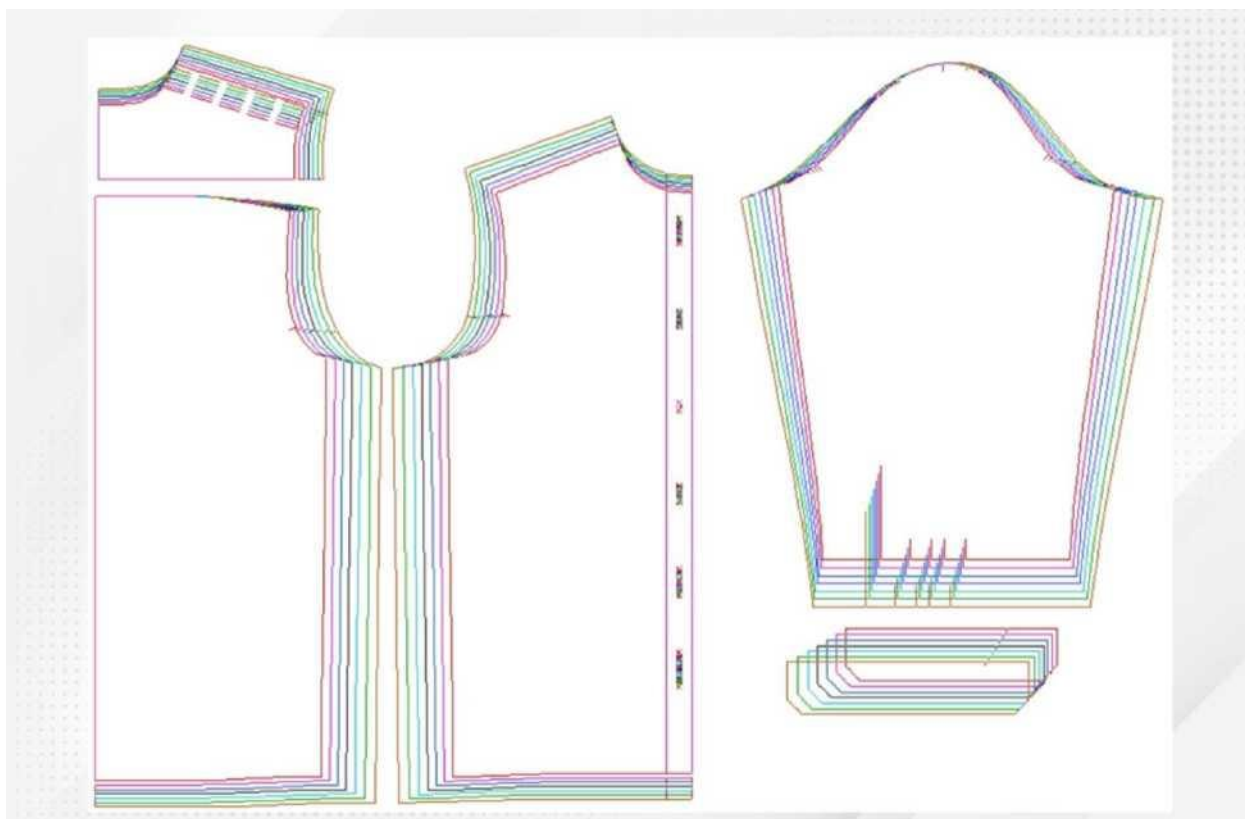


Рисунок 41 – Поєднані МК чоловічих сорочок з змінами П с16 та П с13

Для виконання процедури оцінки, виготовлені зразки одягнені на

індивідуальну фігуру та сфотографовані з трьох ракурсів: спереду, збоку та ззаду. Оцінку виконано за допомогою експертного опитування серед 25 фахівців у галузі швейного виробництва, до складу яких входили фахівці, які мають багаторічний досвід роботи з розробки конструкцій та технології виготовлення, контролю якості та продажів чоловічих сорочок. Значення коефіцієнтів конкордації та критерій Пірсона з ймовірністю 95% свідчать про високу невинуваткову узгодженість думок опитуваних експертів.

Кожен варіант сорочки, одягненої на фігуру, був закодований. Фахівці не знали, який вимір змінено. Кожен опитуваний оцінював якість посадки чоловічої сорочки при погляді на фотографію. Експертам пропонувався розширений перелік питань (табл. 6). Деякі питання були двічі повторені у різному формулюванні для фіксації уваги та отримання більш точних відповідей. Наприклад, «прилягання по грудях є відповідним по фігурі», «виріб виглядає не велике/не мало?» і «Чи є цей виріб прийнятним для носіння? Чи порадили б Ви чоловікові виріб подібної групи з таким приляганням?». Як можливі варіанти відповіді фігурували: так, ні, можливо.

Таблиця 6

Список питань для оцінки відповідності виробу фігурі

Питання для оцінки посадки з різним збільшенням по грудях	
1	Ширина виробу по переду відповідає фігурі?
2	Ширина виробу позаду відповідає фігурі?
3	Загальне прилягання по грудях є відповідним по фігурі?
4	Довжина рукава є прийнятною?
5	Виріб виглядає невеликий/не мало?
6	Чи є цей виріб прийнятним для носіння? Чи порадили б Ви чоловікові виріб подібної групи з таким приляганням?
Питання для оцінки посадки з різним збільшенням по горловині	
1	Комір виглядає відповідною фігурою?
2	Чи є цей комір прийнятним за приляганням. Чи порадили б Ви чоловікові виріб подібної групи з таким приляганням по горловині?

Аналіз усіх відповідей показав, що варіанти із збільшенням по грудях

займають лідируючі позиції.

Основними показниками виступили дані щодо загального прилягання по грудях. У випадку з варіантом 3 (2,8 см) та з варіантом 4 (8,6 см) 60,9% опитаних висловили впевненість, що загальне прилягання по грудях є відповідним. Варіант відповіді «можливо» вибрали 26,1% опитаних для варіанта 3 та 30,4% – для варіанта 4, що також можна віднести до позитивної відповіді. Результати відповідей щодо оцінки ширини грудей і ширини спини показують коректність розподілу використовуваної припуски. Дані з питань «Чи є цей виріб прийнятним для носіння? Чи порадили б Ви чоловікові виріб подібної групи з таким приляганням?» демонструють переваги опитуваних до силуетної форми такого виробу. Отримані значення (табл.7) характеризують загальне розуміння коректної посадки області ширини грудей.

Таблиця 7

Результати відповідей щодо оцінки відповідності сорочки фігурі з обхвату грудей

Питання	Варіант 3			Варіант 4		
	Так, %	Можливо, %	Ні	Так, %	Можливо, %	Ні, %
Ширина виробу по переду відповідає фігурі	58,3	29,2	12,3	56,5	21,7	21,8
Ширина виробу ззаду відповідає фігурі	69,6	17,4	13,0	47,8	30,4	21,7
Загальне прилягання по грудях є відповідним по	60,9	26,1	13,0	60,9	30,4	8,7
Довжина рукава	82,6	13,0	4,3	73,9	21,7	4,3
Виріб виглядає не велике/не мало	56,5	30,4	13,0	47,8	54,8	17,4
Чи є даний виріб прийнятним для носіння? Порадили б Ви чоловікові виріб подібної групи з таким	56,5	34,8	8,7	47,8	39,1	13,0

Отримані відповіді збіглися з очікуваним результатом. Опитування для оцінки відповідності розміру сорочки фігурі при порівнянні коміра з обхватом ший складалося з двох питань. Оцінка проводилася шляхом демонстрації

експертам зображень з видом спереду та збоку. Зона посадки горловини в класичній чоловічій сорочці напівприлеглого силуету не залежить від різниці перерозподілу надбавки дільницями. У цьому випадку горловина повинна прилягати до шиї, не надаючи надмірного тиску і не формуючи великих зазорів.

Виявилось, що оцінити різницю величини збільшення в 1,0 см для горловини по фото складно. Тому результати опитування за суміжними розмірами вийшли не до кінця явними. Очікувалося, що перший варіант збільшення з негативною величиною буде оцінений переважною більшістю як невідповідний. Але більшість експертів вважають, що комір відповідає обхвату шиї (43,5%) і, можливо, є прийнятним для носіння (31,9%). Однак за тактильними відчуттями людини, на якій проведена примірка виробу, цей комір чинив відчутний тиск на область шиї, тому перший варіант виключено з розгляду. Найбільш пропорційним виявився 5 варіант з збільшенням 3,0 см до загального обхвату шиї, слідом йде варіант 4 з збільшенням 2,0 см. Другий варіант з нульовим збільшенням вважають найбільш невідповідним. Опитувані відзначили, що варіант 6 можливо відповідає обхвату шиї (52,2%) з великим ухилом у позитивну сторону (34%) і є прийнятним для носіння (43,5%). Аналіз показує, що візуальна оцінка відповідності виробу по горловині є придатною при надбавках від 1 см до 4 см до довжини горловини. Результати відповідей для варіантів 5 та 4 у відсотковому співвідношенні відображені у таблиці 8.

Таблиця 8

Результати відповідей щодо оцінки відповідності сорочки фігурі з обхвату шиї

Питання	Варіант 5			Варіант 4		
	Так, %	Можливо, %	Ні	Так, %	Можливо, %	Ні, %
Комір виглядає відповідним фігурі	65,2	21,7	13,0	60,9	26,1	13,0
Чи є даний комір прийнятний за приляганням. Порадили б Ви чоловікові виріб подібної групи з таким	60,9	30,4	8,7	56,5	17,4	26,1

Отримані дані, в сукупності з даними прилягання виробу по грудях, можна використовувати для складання автоматизованого підбору співрозмірного виробу.

В результаті проведених досліджень виявлено допустимі величини припусків на свободу облягання за рівнями обхвату шиї та обхвату грудей для чоловічих сорочок.

На наступному етапі проведено порівняння табельмірів виробів із розмірними ознаками фігури. На рисунку 42 наведено порівнювані параметри.

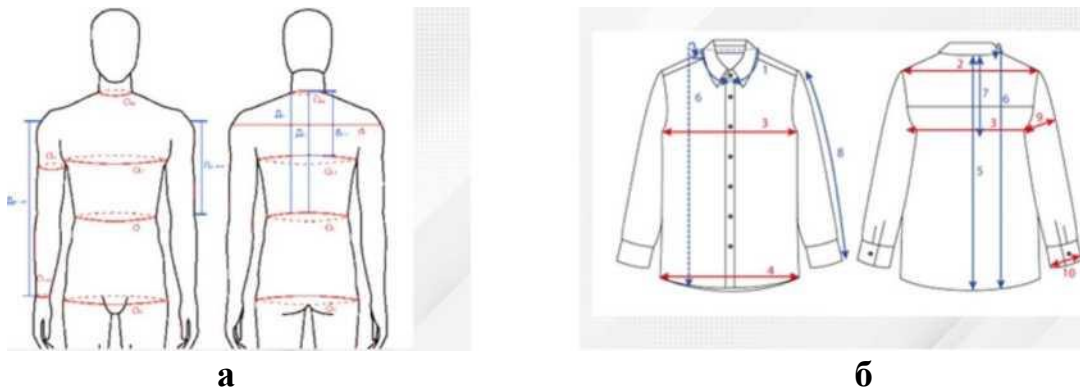


Рисунок 42 – Схема вимірювань; а- фігури, б-сорочки

Результат порівняння фігури з виробом наведено у таблиці 9.

Таблиця 9

Діапазон допустимих значень для класичної чоловічої сорочки

Назва виміру готового виробу	Отриманий діапазон для визначення пропорційності	Коментар
1	2	3
Основні виміри		
Довжина горловини	$O_{ш} + (2,8 \dots 7,2)$	Заданий діапазон враховує комфортну довжину ділянки горловини для посадки в цій зоні, яка задається модельно, але обмежує вибір.
Ширина виробу під проймою	$((O_{г3} + (8,0 \dots 16,0))/2)$	Заданий діапазон враховує комфортну посадку і точно обмежує вибір розміру.
Додаткові виміри		

Продовження таблиці 9

1	2	3
Плечовий діаметр	$dп + (2,4...7,6)$	У діапазоні врахована особливість модельного подовження (опускання) плечового шва для даного прилягання
Ширина виробу знизу	$((Про + 4,4...12,4))/2$	Заданий діапазон враховує комфортну посадку та визначає комфортну посадку по низу виробу.
Висота виробу по центру спинки	$ДТС + 14,5 + (9,5...16,5)$	У даному вимірі визначена величина константи, яка визначає межу довжини виробу, що варіюється.
Висота виробу від кута плечового шва	$Дтс 1 + (-1,5...-3,0) + 14,5 + (8,5...14,5)$	У даному вимірі визначена величина константи, яка визначає межу довжини виробу, що варіюється, і ще одна величина константи негативна, яка враховує модельне перенесення плечового шва вперед.
Висота пройми	$Впр + (3,8 ... 6,2)$	У діапазоні враховано комфортний вимір висоти пройми для обраного прилягання.
Довжина рукава	$Др. зап + (2,7...6,3)$	У діапазоні значень задані комфортні величини за довжиною рукава
Ширина рукава зверху	$(Оп + (7,7 ... 12,3)) / 2$	Заданий діапазон дозволяє визначити комфортну посадку по ширині рукавів.
Ширина низу	$(Озап + (2,3...7,7))/2$	

Чоловіча сорочка буде пропорційною в тому випадку, якщо різниця значень між шириною виробу під проймою та напівобхватом грудей Ш буде потрапляти в діапазон між 4,0 см та 8,0 см. А також різниця вимірювання довжини горловини та обхвату шиї повинна потрапляти в діапазон значень 2,8 см та 7,2 см. При виконанні цієї умови можна розглядати порівняння за параметрами другої групи вимірювань. Для комфортної посадки на рівні плечей різниця значень плечового діаметра виробу та плечового діаметра фігури повинна бути між 2,4 см і 7,6 см. У цих параметрах закладено можливе збільшення на подовження рівня плечової точки виробу. Пропорційність ширини виробу внизу вираховується різницею цього параметра та напівобхвату стегон, результат повинен опинитися у значеннях від 2,2 см до 6,2 см. Контроль

довжини виробу визначається за двома розрахунками:

1. Різницею вимірювання висоти виробу по центру спинки та вимірювання ДТС з доданою константою 14,5 см на довжину до стегон та отримане значення має потрапляти в діапазон від 9,5 см до 16,5 см;

2. Різницею вимірювання висоти виробу від кута плечового шва та вимірювання ДТС 1 з доданою константою 14,5 см на довжину до стегон, а також на модельне перенесення плечового шва від -1,5 см до 3,0 см та в діапазоні від 8,5 см до 14,5 см. висоти пройми виробу та висоти пройми фігури, отримане значення має потрапляти між 3,8 см і 6,2 см . Пропорційна довжина рукава визначається різницею параметра довжини рукава виробу та параметра фігури повинно потрапляти в діапазон між 2,7 см і 6,3 см. У цих величинах враховано комфортність динаміки рук, щоб при піднятті рук горизонтально рукав не задирав зап'ястя. Для пропорційності ширини рукава визначена різниця значення ширини рукава вгорі і напівобхвату плеча, яка повинна потрапляти в значення між 3,9 см і 6,2 см. від 1,2 см до 3,9 см.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ЧОЛОВІЧОГО ОДЯГУ РІВНЯ МАСМАРКЕТУ

Сучасні виробники прагнуть знизити кількість розмірів і ростів, на які вони виробляють одяг, але при цьому зберегти якнайвищий відсоток задоволеності виробленим одягом серед споживачів. Це призводить до зміни міжрозмірних інтервалів (величин мінливості розмірних ознак), на які орієнтується конструктор під час виконання градації у бік. Таке рішення багато виробників рівня масмаркет приймають для того, щоб виріб одного розміру підходив як пропорційний більшій кількості споживачів, що відрізняються один від одного розмірами фігур. При цьому виникає така проблема, яку споживачі у відгуках про виріб описують як «одяг великого розміру» і призводить до необхідності замовлення виробу меншого розміру.

Непоодинокі випадки, коли ритейл стикається з проблемою неправильного маркування, коли партія одягу промаркована свідомо із зазначенням розміру менше або більше, ніж той, що відповідає фігурі. Відома проблема, коли вироби надходять на маркет-плейс без маркування і в цьому випадку виникає проблема їхньої ідентифікації.

Для поповнення баз даних, необхідних для проведення процедури порівняння одягу та фігури виконані експерименти з вивчення реально застосовуваних у промисловості величин міжрозмірних припусків та перевірка можливості використання виявлених інтервалів для визначення правильного розміру виробу, якщо маркування на ньому відсутнє.

3.1 Дослідження використовуваних величин міжрозмірних припусків на ринку масмаркету

Створення системи підбору пропорційного одягу має спиратися на дані сучасного ринку. Багато компаній мають величезну статистику з продажу виробів упродовж років. Маючи статистичними даними про затребуваному ринку одягу, виробники коригують безліч аспектів, як модельні особливості,

а й рішення у тому який розмір вважати базовим і які величини мінливості розмірних ознак використовувати при градації.

Для розуміння тенденцій зміни використовуваних у реальних виробках міжрозмірних припусків проведено аналіз асортименту чоловічого одягу брендів, представлених українському ринку, включаючи як зарубіжні, і вітчизняні. Як найбільш значущий вимір у плечовому одязі, який відповідає за відповідність розміру фігури визначено вимірювання виробу на рівні пройми. На рисунку 43 цей вимір позначено цифрою 3.

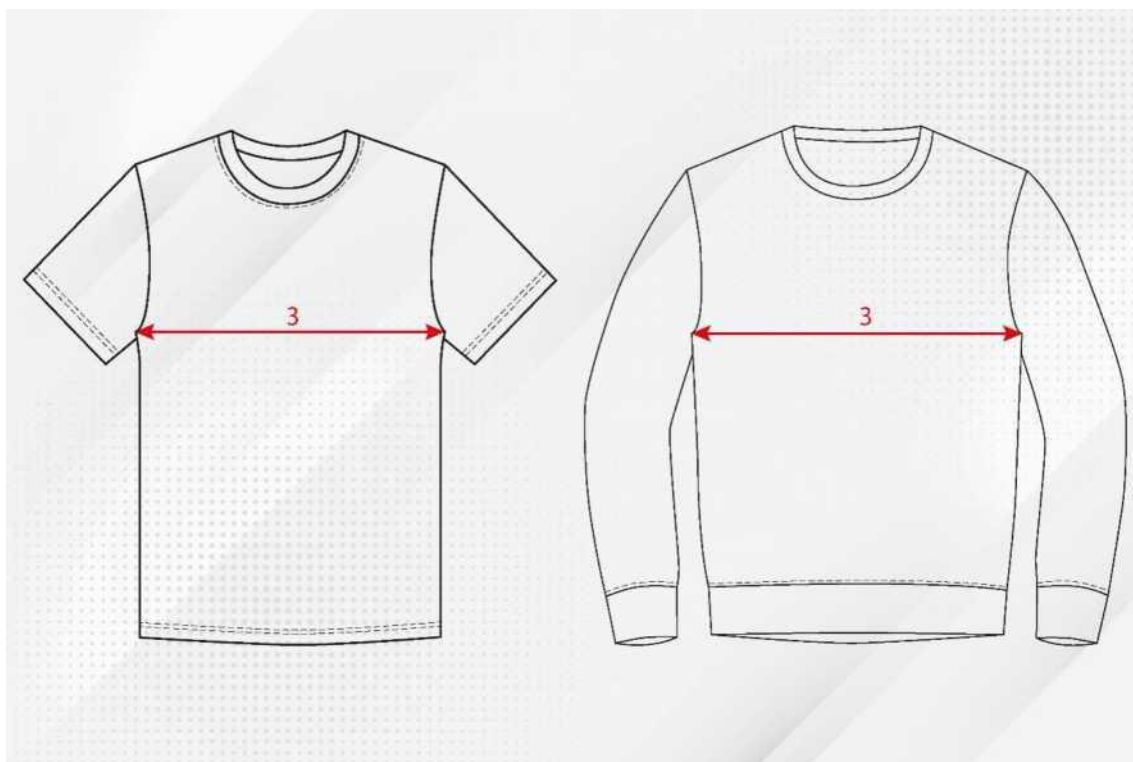


Рисунок 43 – Вимірювання виробу на рівні глибини пройми

Ширина виробу лише на рівні пройми безпосередньо з вимірюванням обхвату грудей ОГЗ (Т16). Експеримент спрямовано проведення вимірювань виробів плечової групи лише на рівні ширини пройми, виявлення величини міжрозмірного прирощення і його відповідності величині мінливості розмірного ознаки ОГЗ (Т16), зазначеного у російській типології чоловічого населення.

Для експерименту обрано 3 українські компанії-виробники та 4 зарубіжні. Отримання фактичних значень вимірів виробів виконано у магазинах бренду з використанням сантиметрової стрічки. У магазині

відбувався підбір по виробам артикула з найбільшою кількістю розмірів, що повторюються, в торговому залі. Основні вимоги до виробів - повторюваність силуетного рішення від меншого розміру до більшого та подібність до пакету матеріалів.

Вибраний виріб викладався на пласку поверхню, вирівнювався і вимір проводився по площині так, як показано на рисунку 44 - на рівні від лівого нижнього кута пройми до правого кута

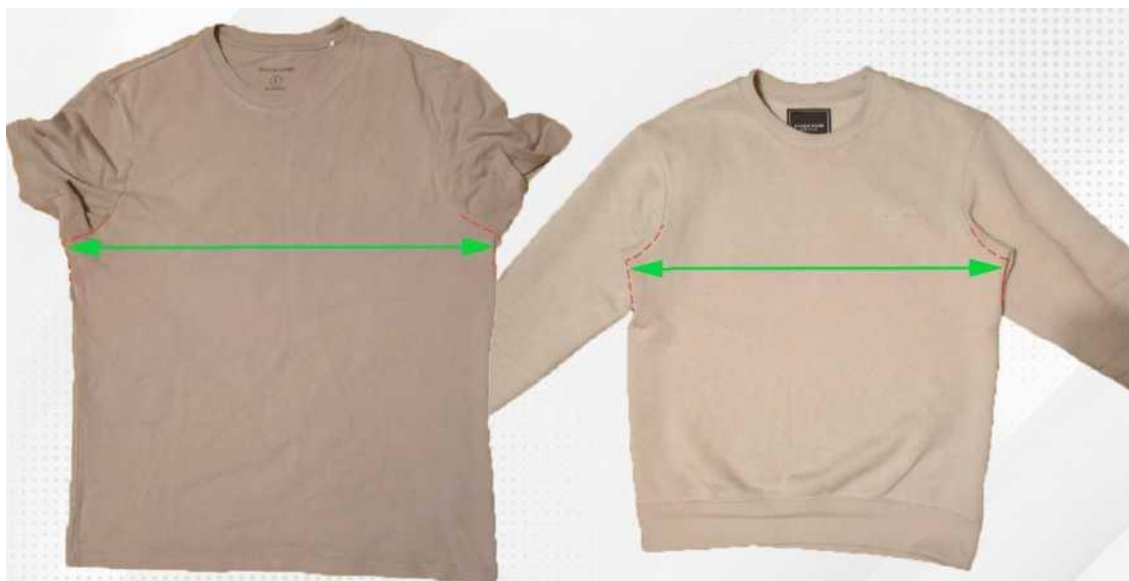


Рисунок 44 – Приклад виконання вимірювання

Враховуючи той факт, що у виробках масмаркету у більшості випадків є відхилення від заданих величин, проміри проводилися по кілька розмірних рядів одного і того ж артикулу. Міжрозмірні прирости в одній компанії часто задаються однакові по одному товарному асортименту, то для більш точних результатів проміри проводилися за декількома артикулами одного і того ж асортименту. Приклад промірів одного артикула футболки вказаний у таблиці 10 по величині виробу.

Для розрахунку значень для футболки використані дані щодо вимірювання у кожному магазині досліджуваних компаній трьох розмірних рядів (від *XS* до *3 XL*), для сорочки - чотирьох розмірних сіток (від *XS* до *2 XL*), для трикотажних світшотів - чотирьох розмірних сіток (від *S* до *2 XL*), для худі - трьох розмірних сіток (від *S* до *2 XL*). У кожного бренду виміряно по 6 од. футболки, по 6 од. сорочок та світшотів та по 12 од. худі.

Вимір розмірного ряду футболки

Маркування розміру	<i>XS</i>			<i>S</i>			<i>M</i>			<i>L</i>		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кількість виробів												
Величина, см	93,6	94,4	94,0	99,0	99,4	100,0	105,0	106,0	105,4	110,6	109,6	110,4
Маркування	<i>XL</i>			<i>XXL</i>			<i>XXXL</i>					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Кількість виробів												
Величина, см	115,8	116,8	117,4	121,2	121,8	123,4	127,6	127,4	128,2			

Середні значення за кожною асортиментною групою дозволяють визначити величину міжрозмірного збільшення, використовуваного при градації певному артикулі. Величина мінливості за розмірами вираховувалася шляхом віднімання середньої величини меншого розміру середньої величини більшого розміру. Похибка вимірювань включає ймовірні відхилення при виробництві виробів і ймовірність відхилення при промірах легко розтяжних полотен і тканин, проте значна кількість виміряних виробів дозволяє сказати, що отримані результати близькі до дійсності. Отримані значення виявили середню величину міжрозмірного збільшення по виробниках на рівні ширини виробу під проймою, результати наведені в таблиці 11.

Результати проведених розрахунків

Вид виробу	Український виробник			Закордонний виробник			
	1	2	3	1	2	3	4
Футболка	5.6	6.2	5.2	6.6	5.8	7.8	6.8
Світшот	6.2	5.6	4.6	6.8	6.4	7.4	6.6
Сорочка	4.6	6.2	4.4	5.4	5.6	6.6	6.4
Худі	5.8	5.8	4.6	5.4	6.2	6.4	6.2

Отримані дані показують, що крок міжрозмірного збільшення між асортиментними групами відрізняється, компанії використовують різні

величини кроку між розмірами.

Отримані результати вказують ще й на те, що у закордонних компаній крок міжрозмірних припусків більший. Це може бути пов'язано з тим, що при розрахунках використовується дюймова метрична система (1 дюйм = 2,54 см) та враховуються інтервали різниці від розміру до розміру.

У вітчизняних компаній виробників використовуються менші величини, за рахунок чого споживач може більш вибірково підійти до вибору відповідного розміру. Звідси випливає, що велика величина збільшення дозволяє охопити велику аудиторію споживачів при меншій кількості розмірних сіток, що виготовляються.

3.2 Дослідження можливості визначення розміру готового одягу з використанням розроблених баз даних

За запитом підприємств, задіяних у продажу одягу, поставлено та вирішено завдання визначення розміру виробу, якщо маркування на ньому відсутнє.

Для вирішення запропоновано систему, в основі якої лежить програмне забезпечення, в якому реалізована функція дигітайзер, застосування якої, дозволить автоматизувати блок отримання відомостей про одяг за допомогою фотофіксації плоского зображення готового виробу, з подальшим виділенням його контурів і визначенням величини вимірювання на рівні пройми.

До складу запропонованої системи входить: фотокамера високої роздільної здатності; стіл з синьому тлі; комп'ютер, матеріальна матриця та відповідне програмне забезпечення.

В алгоритмах роботи програми необхідно закласти автоматичну функцію розпізнавання силуету, яка працює за принципом приведення силуету об'єкта до чорно-білого вигляду, де «чорний» означає, що в даній точці об'єкт присутній, а «білий» - відсутній. Для розпізнавання об'єкта слід використовувати яскравість або колір точки.

Для автоматичного розпізнавання контуру виробу його слід розташовувати в центрі столу, так як умовою, що обмежує, є отримання

проекції для центральної «плями» на зображенні. Для точного визначення розмірів одержуваного зображення слід використовувати методологію застосування віртуального вимірювального інструменту, що дозволяє уникнути похибки за рахунок спотворення фотооб'єктива.

На першому етапі відбувається отримання інформації про об'єкт та матеріальну матрицю. Як матеріальна матриця виступає площина з нанесеними на неї мітками у вигляді геометричних елементів, зокрема прямокутників. У цьому кожна сторона обраних прямокутників має перевищувати величини похибки вимірів. Для дослідження предметів одягу слід обрати матрицю з розміром 1x1 мм синьо-бузкового кольору.

За потреби оператор вказує межі розрахункової області на зображенні одягу та запускає обробку.

Потім відбувається формування віртуального вимірювального інструменту: обробка зображення матеріальної матриці, розпізнавання та ідентифікація кожної позначки. Комп'ютер отримує зі зчитувального пристрою (в прикладі з цифрового фотоапарата) зображення матриці.

У процесі обробки проводиться виділення міток матеріальної матриці та приведення їх до чорно-білого виду. Потім здійснюється присвоєння еталонних координат. Червоним кольором відображена зона, де не повинен знаходитися об'єкт, що вимірюється, через крайові спотворення матеріальної матриці. При будь-якому збільшенні розпізнаної матеріальної матриці можна побачити, що мітки на цій стадії є ідеальними прямокутниками. На рисунку 45 зображено результат визначення проекції виробу.

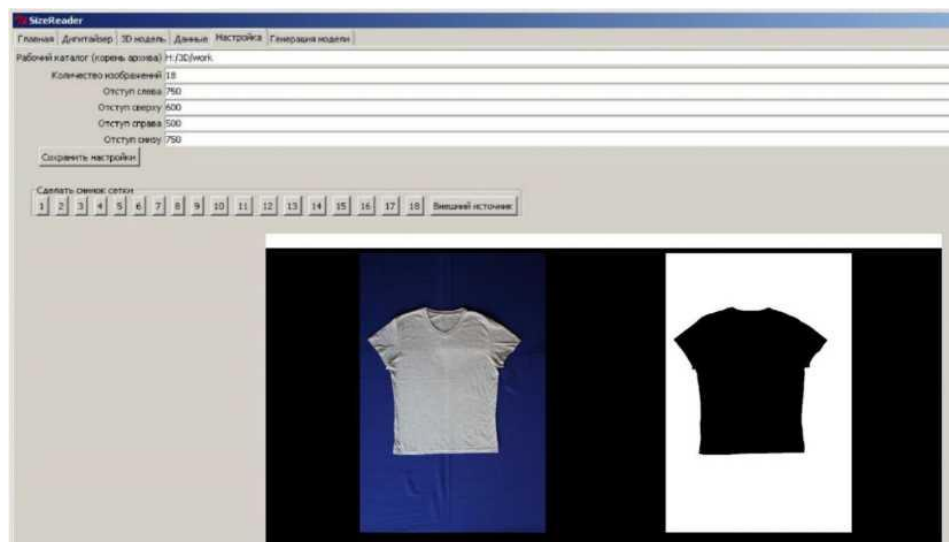


Рисунок 45 – Розпізнана проекція одягу

Оброблену та розпізнану проекцію одягу програма представляє у вигляді безлічі точок, що належать проекції. А на наступному етапі відбувається автоматичне переведення проекції у векторний формат (контур виробу), за яким можна виконувати вимірювання. На рисунку 46 проведений вимір вказаний червоною лінією.

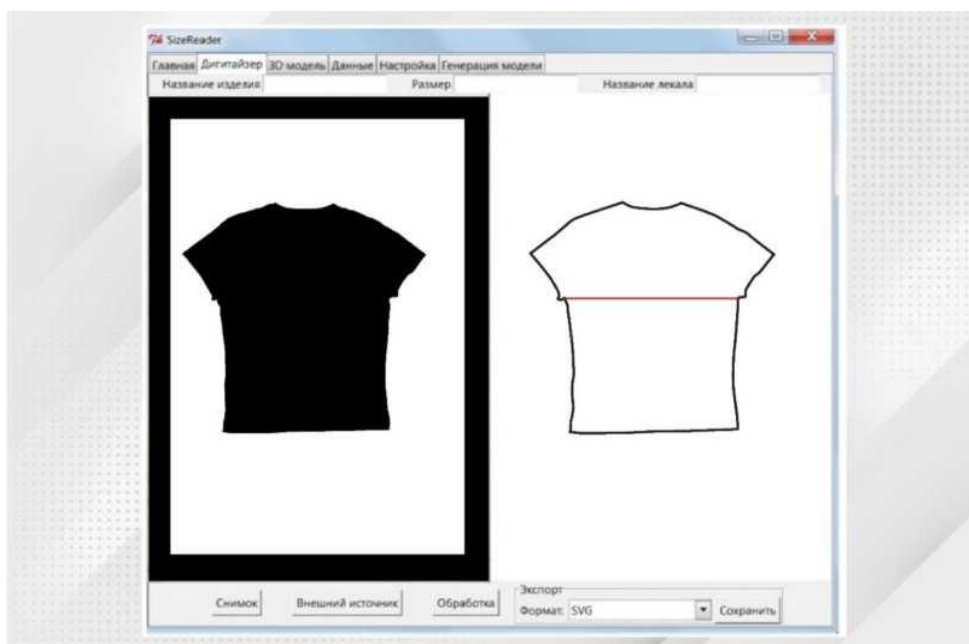


Рисунок 46 – Побудова векторного контуру виробу та вимірювання ширини на рівні глибини пройми

У вкладці «дані» фіксується значення виміру. Відомості про вимірювання на рівні глибини пройми автоматично вносяться до таблиці, при роботі в програмі можна ввести назву вимірювання, а також виміряти всі

параметри, які необхідні для порівняння вимірювань одягу з розмірами фігури.

План експерименту:

1. Присвоєння кожному досліджуваному виробу порядкового номера у довільному порядку. Тобто який розмір виробу прихований під яким номером можна дізнатися тільки після закінчення експерименту;

2. Видалення маркування з виробу;

3. Отримання з допомогою програмної системи відомостей про виріб;

4. Розпізнавання контурів виробу, що вивчається;

5. Вимірювання величини вимірювання виробу на рівні глибини пройми;

6. Збереження даних про величину вимірювання та порядковий номер виробу;

7. Визначення величини розмірної ознаки ОГЗ відбувається шляхом порівняння величини вимірювання з БД допустимої величини збільшення (віднімання з вимірювання одягу величини збільшення);

8. Порівняння з базою даних розмірних ознак ГОСТ та присвоєння розміру.

В експерименті взяли участь по три зразки кожного виду (футболка, худі, світшот). Як допустимі припуски для порівняння з вимірюванням виробу використовувався інтервал, який у базі даних розрахований і збережений як комфортна посадка.

Аналіз одержаних результатів показує достовірність результатів із високою точністю. На результат могли вплинути відхилення готового виробу. При використанні нижньої межі комфортного рівня надбавки отримуємо максимальний допустимий розмір, при використанні верхнього рівня комфортного надбавки отримуємо мінімальний допустимий розмір. Тобто можливість правильно промаркувати вироби існує, але в поточній системі маркування за допомогою такого алгоритму це буде важко. Проте, запропонований алгоритм зручний, у разі підбору одягу за розмірними ознаками споживача порівняння їх із вимірами одягу.

Висновки

1. Проаналізовано сучасний ринок пристроїв для здійснення 3D сканування фігури людини, виділено такі групи як стаціонарні кабінки, ручні сканери та мобільні додатки. Існуючі способи отримання тривимірної моделі фігури доступні для споживачів і виробників і відрізняються високою якістю тривимірної моделі, що формується. Залишається недостатньо опрацьованим питання автоматичного визначення розмірних ознак фігур, рішення якого полягає у застосуванні нейронних мереж для позиціонування антропометричних точок та рівнів. Таким чином, існуючий рівень розвитку технологій у галузі отримання вихідної інформації про форму тіла споживача створює передумови для організації цифрової системи порівняння розмірів фігури та одягу.

2. Аналіз існуючих способів маркування одягу показав суттєві відмінності у позначенні розмірів одягу у виробників різних країн та використання обмеженого набору розмірних ознак опису розміру. Виявлено, що в умовах глобалізації та розвитку Інтернет-торгівлі виробники прагнуть єдиного позначення розмірів одягу. Визначено, що вирішення проблеми лежить у галузі створення нової системи маркування, що містить більшу кількість інформації про одяг, включаючи обґрунтований взаємний зв'язок між конструктивними параметрами готового одягу та розмірами тіла людини, наприклад, на основі використання QR- коду.

3. Запропоновано новий підхід до визначення вірного розміру готового одягу для індивідуальної фігури, що ґрунтується на порівнянні антропометричних характеристик фігури з параметрами одягу з урахуванням інформації про конструктивні надбавки для різних видів одягу та інтервалів різниці між розмірами та зростання.

4. Визначено перелік основних та додаткових вимірів готового одягу, в яких виміри розташовані за значимістю їх застосування при прийнятті рішення про антропометричну відповідність вибраного одягу індивідуальній фігурі. Найбільш значущими для плечового асортименту

визначено виміри: довжина горловини, ширина виробу під проймою; для брючного асортименту найбільш важливі виміри: ширина виробу по поясу, ширина виробу по стегнах.

5. Запропоновано методику кількісної та якісної оцінки відповідності готового одягу фігурі засновану на порівнянні вимірювань одягу та відповідних їм розмірних ознак, що дозволило створити бази даних величин конструктивних припусків, які можна вважати допустимими при визначенні вірного розміру одягу та дозволяє приймати обґрунтоване рішення про антропометричну відповідність розміру одягу фігурі. Методика включає суб'єктивну оцінку посадки споживачем, експертну оцінку якості посадки, фіксацію величин конструктивних припусків для комфортної та умовно комфортної посадки одягу та формування бази даних за допустимими величинами прибавок для конкретного виду виробів.

6. Доведено, що вироби чоловічого асортименту категорії масмаркет виготовляються з більшою величиною міжрозмірних припусків, ніж прийнято в ДСТУ. Отримані відомості систематизовані та сформовані в БД можливих міжрозмірних припусків по ширині виробу на рівні глибини пройми, яка згодом використовується як відомості при розрахунку правильного розміру одягу.

7. Запропоновано систему на основі застосування віртуального вимірювального інструменту. Система дозволяє з високою точністю та швидкістю отримувати відомості про одяг, такі як форма контуру проекції одягу та величини вимірювань значущих параметрів для проведення процедури порівняння вимірювань одягу з розмірними ознаками фігури.

8. Розроблено послідовність та проведено процедуру визначення правильного розміру одягу за відсутності маркування. Аналіз отриманих результатів показує, що при використанні нижньої межі комфортного рівня збільшення можна отримати максимальний допустимий розмір. При використанні верхнього рівня комфортного збільшення можна отримати мінімальний допустимий розмір. Послідовність точна і зручна, у разі підбору одягу за розмірними ознаками споживача порівняння їх із вимірами одягу.

Перелік використаних літературних джерел

1. Проектування одягу засобами інформаційних технологій: моногр. В.В. Залкінд. Х. : "Технологічний Центр", 2014. – 152с.
2. Берко, А. Ю. Моделі та методи проектування інформаційних систем електронної контекст-комерції / А. Ю. Берко, В. А. Висоцька // Вісник національного університету “Львівська політехніка”. 2008. № 621. С. 29–45.
3. Liu, Xing; He, Dong; Hu, Hao; Liu, Lixin Fast 3D Surface Measurement with Wrapped Phase and Pseudorandom Image// Sensors (Basel, Switzerland) - Sep 26, 2019, Vol. 19 (19).
4. Залкінд В. В., О. І. Косенко. Аналіз естетичних властивостей текстильних матеріалів в інформаційному просторі. Вісник національного технічного університету “ХПИ”. Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях – Харків: НТУ “ХПИ” – 2012. – №66. – С. 73–76.
5. Yueqi Zhong; Bugao Xu Automatic segmenting and measurement on scanned human body// International Journal of Clothing Science and Technology - Jan 1, 2006 Vol.18(1): 12.
6. Кісіль М.В. Концепції формоутворення костюму в західноєвропейському дизайні ХХ століття: витоки, розвиток, тенденції: дис. канд. мист.: 17.00.07 / Кісіль Марина Володимирівна. – Х., 2010. – 388 с.
7. Wei, Pengcheng; Jiang, Jiao; Li, Li The application of image analysis technology in the extraction of human body feature parameters// EURASIP Journal on Image and Video Processing - Oct 30, 2018 Volume 2018 (1)
8. Fengyi, Liu; Liu, Siru 3D Garment Design Model Based on Convolution Neural Network and Virtual Reality// Computational Intelligence and Neuroscience - Jun 27, 2022, Vol.2022
9. Cao, Chunnan Research and Application of 3D Clothing Design Based on Deep Learning// Advances in Multimedia - Apr 29, 2022, Vol.2022.
10. Skorvankova, Dana; Riecicky, Adam; Madaras, Martin Automatic Estimation of Anthropometric Human Body Measurements// Proceedings of the 17th

International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications -Jan 1, 2022.

11. Cheng, Victor S. Design of a synchronized scanning system for size measurement of human body// Proceedings of SPIE - Feb 10, 2005, Vol. 5638 (1), P.146-154.

12. Лазерна скануюча система HP-L-20.8. URL.: <https://ksovit.com.ua/skaniruyushchaya-lineyka-hp-v-sbore-hp-lj-2820-2840-3052-3055-3390-3392-q6500-60131-q3948-60210-3205370.html> (дата звернення 21.10.2023).

13. 3D-сканер EinScan-Pro. URL.:<https://3ddevice.com.ua/product/3d-%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%80-einscan-pro/> (дата звернення 21.10.2023).

14. 3D-сканер Spectrum. URL.: <https://www.3ds.com.ua/product-page/3d-%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%80-rangevision-spectrum> (дата звернення 21.10.2023).

15. Програма “3D-моделювання”. Julivi CAD/ERP Systems URL: <http://julivi.com/3Dмодуль.html> (дата звернення 12.09.2023).

16. 3D-сканер. URL.: https://3ddevice.com.ua/shop/3d-skaner/?gclid=CjwKCAjw7oeqBhBwEiwALyHLM_1Q1j6Qfa_KnAnWUSX5R1T1M2T4Rae63S1Ce8LfYft8da6OQGvg1RoCnOwQAvD_BwE (дата звернення 12.09.2023).

17. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп’ютерні науки». А.С. Савченко, О. О. Синельніков. К. : НАУ, 2017. – 190 с.

18. Xu, Zongyi; Zhang, Qianni; Cheng, Shiyang Multilevel active registration for kinect human body scans: from low quality to high quality// Multimedia Systems - Mar 10, 2017, Vol. 24 (3).

19. Lin, Shu-Hwa; Kang, Ju-Young M.; Cui, Yan; Stricker, Didier Body Scanning Avatar and Draping Simulation// International Textile and Apparel Assotiation - Jan 1, 2013.

20. Braganga, Sara; Arezes, Pedro; Carvalho, Miguel; Ashdown, Susan P.; Castellucci, Ignacio Kinect-based scanned measurements in terms of precision and reliability// WORK: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation - Jan 1, 2018, Vol. 59 (3): 15, P.325-339.
21. Yang, Xiao; Xi, Juntong; Liu, Jingyu; Chen, Xiaobo Infrared Laser Speckle Projection-Based Multi-Sensor Collaborative Human Body Automatic Scanning System// Machines - Nov 22, 2021, Vol. 9 (11), Kudzia, Pawel; Jackson, Erika; Dumas, Genevieve Estimating body segment parameters from three-dimensional human body scans// PLoS ONE - Jan 5, 2022, Volume 17, No.1.
22. Redaelli, Davide Felice; Barsanti, Sara Gonizzi; Biffi, Emilia; Storm, Fabio Alexander; Colombo, Giorgio Comparison of geometrical accuracy of active devices for 3D orthopaedic reconstructions// The International Journal of Advanced Manufacturing Technology - Mar 12, 2021, Volume 114 (1-2), P.319-342.
23. Xhimitiku, Iva; Pascoletti, Giulia; Zanetti, Elisabetta M.; Rossi, Gianluca 3D shape measurement techniques for human body reconstruction// ACTA IMEKO - May 4, 2022, Vol.11, No.2.
24. Додаток Scaniverse. URL.: <https://scaniverse.com> (дата звернення 15.09.2023).
25. Славінська А. Л. Розробка способу автоматизованого проектування моделей-пропозицій жіночих костюмів з використанням програмного модуля «GEKKR» / А. Л. Славінська, І. О. Засорнова, О. С. Засорнов // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2011. – №6. – С. 52–57.
26. EN 13402. URL: https://www.onlineconversion.com/clothing_en13402_standard.htm (дата звернення 21.10.2023).
27. ISO 85559-1:2017 «Size designation of clothes - Part 1: Anthropometric definitions for body measurement» URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/61686/d6f1d29d3ae94fd79871997a574038b9/ISO-8559-1-2017.pdf> (дата звернення 21.10.2023).

28. DONG, CHUN-YAN; SHI, YOU-QUN; TAO, RAN Convolutional Neural Networks for Clothing Image Style Recognition// DEStech Transactions on Computer Science and Engineering - Sep 13, 2018, P.592-597.
29. Yoon, Namhee; Kim, Eun Young An Exploratory Study of QR Code Utilization for Retailers' Multichannel Strategy// Fashion & Textile Research Journal - Oct 31, 2014, Vol.6, No.5 P.730-744.
30. Noordin, Syazwan; Sahari @ Ashaari, Noraidah; Tengku Wook, Tengku Siti Meriam A Proposed Model for Virtual Fitting Room Based on Usability and Profound Emotional Elements// International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology - Dec 4, 2018, Vol.8, No.6, P.2332-2340.
31. Штучний інтелект та майбутнє fashion індустрії. URL: <https://telegraf.design/shtuchnyj-intelekt-ta-majbutnye-fashion-industriyi/> (дата звернення 12.09.2023).
32. Патент на винахід WO 2016/001384 A1. Digital Wardrobe Management. / Salewski A.; Kihn H.; SBC INTERNATIONAL S.A. R.L.; заяв. 02.07.2015; опубл.: 07.01.2016
33. Su, Hai Yin Algorithm Analysis of Clothing Classification Based on Neural Network// Journal of Applied Data Sciences - May 1, 2022, Vol.3, No.2, P.82-88.
34. Yi, Cheng Application of Convolutional Networks in Clothing Design from the Perspective of Deep Learning// Scientific Programming - Sep 27, 2022, Vol.2022
35. Simon, Judy Effective machine learning based on model for classification wearable Clothing// Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks - Dec 2, 2021, Vol.3, P.317-329.
36. Hu, Yuli Personalized Clothing Design Support System for Special Crowds Based on Artificial Intelligence Technology// Journal of Physics: Conference Series - Nov 1, 2021, Vol. 2066 (1): 6.
37. Werdayani, D; Widiaty, I Virtual fitting room technology in fashion design// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - Mar 29, 2021, Vol. 1098 (2): 5].
38. Alamsyah, Andry; Arya Saputra, Muhammad Apriandito; Masrury, Riefvan Achmad Object Detection Using Convolutional Neural Network To Identify

Popular Fashion Product// Journal of Physics: Conference Series - Mar 1, 2019, Vol. 1192 (1).

39. Zheng, Jia; Hong, Wei Construction of Knowledge Graph of 3D Clothing Design Resources Based on Multimodal Clustering Network// Computational Intelligence and Neuroscience - Jun 2, 2022, Vol.2022].

40. Ji, Shuaifei; Han, Runping; Wei, Jianfeng; Wang, Rui Clothing Image Detection and Recognition Based on Faster R- CNN// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - Mar 1, 2020, Vol.790 (1).

41. Avadanei, M.; Matasel, A.; Ionescu, I.; Loghin, E.; Ionesi, D. An integrated solution for the online marketing of custom-made garments that incorporates a virtual fitting room// TEXTEH Proceedings - Oct 22, 2021, P.279–286.

42. Патент на винахід 2526978 (A). Computer implemented methods and systems for generating virtual body models for garment fit visualization / Chen Y.; Downing J.; Robertson D.; Adeyoola T.; Maher M.; Marco G.; Marks N.; McCallum M.; Nikolova D.; Allard R.; Hosken F.; Wade A.; Wlter S.; Bahamondes A.; Bagnall R.; Day N.; Murphy R.; METAIL LIMITED; заявл. 17.02.2012; опубл.: 07.09.2015.

43. Jankoska, Maja Application CAD methods in 3D clothing design// Tekstilna industrija - Jan 1, 2020, Vol.4, P.31-37.

44. Xin, Yufeng; Zhang, Dongliang; Qiu, Guopeng Real-Time Animation Complexity of Interactive Clothing Design Based on Computer Simulation// Complexity - May 11, 2021, Vol. 2021.

45. Floraine Berthouzoz, Akash Garg, Danny M. Kaufman, Eitan Grinspun, Maneesh Agrawala Parsing Sewing Patterns into 3D Garment// ACM Transactions on Graphics (TOG) - Jul 1, 2013, Vol. 32 No.4.

46. Yong-Jin Liu, Dong-Liang Zhang, Matthew Ming-Fai Yuen A survey on CAD methods in 3D garment design// Computers in Industry - 2010, Vol.61 (2010), P.576-593.

47. Zhang, Dongliang; Wang, Jin; Yang, Yuping Design 3D garments for scanned human bodies// Journal of Mechanical Science and Technology - Jul 1, 2014, Vol. 28 No.7, P.2479-2487.

48. Mosleh, Sara; Abteu, Mulat Alubel; Bruniaux, Pascal; Tartare, Guillaume; Xu, Yukang Developments of Adapted Clothing for Physically Disabled People with Scoliosis Using 3D Geometrical Model// Applied Sciences - Nov 12, 2021, Vol. 11 (22).
49. Jin, Peng; Fan, Jintu; Zheng, Rong; Chen, Qing; Liu, Le; Jiang, Runtian; Zhang, Hui Design and Research of Automatic Garment-Pattern- Generation System Based on Parameterized Design// Sustainability - Jan 9, 2023, Volume 15, No.2.
50. Патент на винахід US 2015/0154691 A1. System and Method For Online Virtual Fitting Room / Curry S.W.; Sosa L.A.; Curry S.W.; Sosa L.A.; заявл. 02.12.2014; опубл.: 04.06.2015.
51. Vilumsone, Ausma; Dabolina, Inga The Compliance of 3D Scanned Anthropometric Data with a CAD Gratis Measurement Chart// Materials Science. Textile and Clothing Technology - Mar 28, 2015,
52. Zyla, Kamil; K[^]sik, Jacek; Santos, Filipe; House, Ginevra Scanning of Historical Clothes Using 3D Scanners: Comparison of Goals, Tools, and Methods// Applied Sciences - Jun 17, 2021, Vol.11(12).
53. Патент на винахід WO 2015/172181 A1. Garment filtering and presentation method using body scan information / Ray D.; Shine M.; Wu T.Y.; Quinn J.; Anikushin I.; MPORT PTY LTD.; заявл. 13.05.2015; опубл.: 19.11.2016.
54. Shouzhong, Hu; Xiang, Zhou Virtual F itting Based on 3D Human Body Measurement Software Research and Application// AHFE International, Advances in Ergonomics In Design, Usability & Special Populations - Jan 1, 2022, Part 1.
55. Hanna Lee, Yingjiao Xu, Anne Porterfield Fashion Consumers' Adoption of AR-Based Virtual Fitting Rooms: Effects of Perceived Interactivity and Augmentation// International Textile and Apparel Association - Jan 1, 2019, Vol.76.
56. Battistoni, Pietro; Di Gregorio, Marianna; Romano, Marco; Sebillio, Monica; Vitiello, Giuliana; Brancaccio, Alessandro Interaction Design Patterns for Augmented Reality Fitting Rooms// Sensors - Jan 27, 2022, Vol. 22 (3).

57. M.D.D.T., Jayawardana; R.A.D.C., Herath; M.I.M., Saajidh; H.D.A.P., Perera Virtual Fitting Room and AI based Online Clothing Store// International Journal of Computer Applications. - 2022, Vol. 184, No.38. P.40-44.
58. Huang, Zhiling; Bu, Junwen; Chen, Jie Image-based Virtual Fitting Room// Computing Research Repository - Apr 8, 2021, Vol.2021 (2104).
59. Huang, Zhiling; Bu, Junwen; Chen, Jie Image-based Virtual Fitting Room// Computing Research Repository. - Apr 8, 2021, Vol. 2021 (2104).
60. Garcia Martin, Cecilia; Oruklu, Erdal Human Friendly Interface Design for Virtual Fitting Room Applications on Android Based Mobile Devices// Journal of Signal and Information Processing - Jan 1, 2012, Vol.3, P.481-490.
61. Werdayani, D., Widiaty I. Virtual fitting room technology in fashion design// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - Mar 29 2021, Vol. 1098 (2).
62. Yoon, Jae Shin; Kim, Kihwan; Kautz, Jan; Park, Hyun Soo Neural 3D Clothes Retargeting from a Single Image// Computing Research Repository, - Jan 29, 2021, Vol. 2021 (2102).
63. Pachoulakis, Ioannis Augmented Reality Platforms for Virtual Fitting Rooms// The International journal of Multimedia & Its Applications - Aug 31, 2012, Vol.4, No.4, P.35-46 , Huang, Zhiling; Bu, Junwen; Chen, Jie Image-based Virtual Fitting Room// Computing Research Repository - Apr 8, 2021, Vol.2021 (2104).
64. Learning Fashion Platform URL: <https://mark.moda> (дата звернення 24.05.2023).
65. Патент на винахід EE 01240 U1. Method for generating human each view detailed 3D model and automatic body type determining and selecting of cloth and accessories from presentation system in a virtual web environment of a computer system on inserting accurate dimensions of a human / Loik M-H.; Tonu Nelsas AAA Petendiburoo OU; заявл. 21.03.2013; опубл.: 15.07.2014.
66. Патент на винахід AU 2012100999 A4. Virtual Fitting-Room Application / Stoney S.; Visser D.; 3Du; заявл. 03.07.2012; опубл.: 18.10.2012.
67. Zeekit / Try on Virtual URL: <https://zeekit.me/> (дата звернення 25.05.2023)
68. Finalytics <https://www.fitanalytics.com/> (дата звернення 26.05.2022)

69. Сайт визначення розмірів готового одягу. URL:
<https://www.virtusize.com/virtusize> (дата звернення 25.05.2022)
70. Mohan Prasad, K.; Sri Kavya, R.; Bhuvaneshwari Devi, S. Virtual Fitting Space for Dress Trials// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - Oct 1, 2019, Vol. 590 (1): 5.