

Пашкевич Калина Лівіанівна¹, д-р техн. наук, професор,
Колосніченко Олена Володимирівна¹, д-р мист., доцент,
Лавренко Марина Анатоліївна², конструктор-дослідник,
Герасименко Олена Дмитрівна¹, аспірантка,
Єжова Ольга Володимирівна³, д-р пед. наук, професор

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОННИХ МАНЕКЕНІВ ДЛЯ СЕРВІСНИХ ДОДАТКІВ ПРИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ОДЯГУ

¹ Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

² Компанія Astrafit, Україна

³ Центральнoукраїнський державний педагогічний університет імені
Володимира Винниченка, Україна

***Анотація.** Проаналізовано сучасні електронні манекени, що використовуються у сервісних додатках візуалізації одягу з урахуванням особливостей тілобудови людини та визначено причини недосконалості віртуальних примірочних. Проведено порівняльний аналіз різних методів отримання інформаційної бази для побудови електронних манекенів та визначено фактори, що впливають на їх відтворення з метою дослідження та подальшого вдосконалення способів розрахунку параметрів електронних манекенів, що забезпечить отримання актуальних даних про посадку виробів на фігурі та реалістичність їх відображення. Для реалізації оцінки якості посадки поясних виробів на електронному манекені визначено антропометричні особливості нижньої частини тулуба жіночих фігур та встановлено залежності антропометричних параметрів, зокрема у розташуванні жирівідкладень на означеній ділянці. Отримані результати використано для розробки*

розрахункового методу, який впроваджено в сервісному додатку Astrafit (Україна) для примірки поясних виробів. Розроблені алгоритми забезпечують оцінку якості посадки одягу на фігурі споживача та можуть бути використані для більш реалістичного відтворення фігури людини в 3D-моделях. Експериментальною перевіркою встановлено, що даний метод може ефективно використовуватись в електронних манекенах та віртуальних примірочних, а достовірність підтверджено статистичними розрахунками.

Ключові слова: *онлайн-примірочна; візуалізація одягу; електронний манекен; посадка одягу; 3D-технологія; морфологія поверхні тіла людини.*

Постановка проблеми. Досягнення в галузі інформаційних технологій вплинули на розвиток 3D-проективання одягу для забезпечення вимог виробництва та удосконалення процесу реалізації нових виробів в інтернет-магазинах. Зокрема активно розвиваються напрями комп'ютерного проектування нових моделей одягу та їх віртуальної візуалізації на електронних манекенах, що дозволяє оцінити якість посадки виробів на фігурі без виготовлення зразка. З розвитком онлайн торгівлі зростає попит на сервісні додатки, що пропонують візуалізацію одягу на 3D манекенах, котрі є віртуальними копіями фігур споживачів. Подібні сервіси застосовуються для оцінки відповідності виробу фігурі споживача у випадках, коли не можливо здійснити примірку особисто, наприклад при покупці одягу в інтернет-магазинах. Пріоритетним напрямом такого процесу є розробка та удосконалення методів відтворення поверхні тіла людини – електронного манекену. Віртуальні манекени мають багато можливостей для використання, а саме: в сучасних САПР одягу, електронній комерції, виготовленні сувенірної продукції, реалізації дизайн-проектів, медицині, фітнесі тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість програм візуалізації одягу користуються параметричними віртуальними манекенами, які трансформуються під індивідуальну фігуру за інформацією, що надана користувачем та отримана в результаті вимірювання власної фігури та її візуального оцінювання. Застосування такого підходу не забезпечує ефективного аналізу фігури, оскільки отримання антропометричних даних механічним способом є складним для самостійної реалізації та не дає вичерпної інформації про особливості фігури споживача [1].

В роботі автора [2] пропонується метод визначення морфологічного опису типів фігур аналітичним шляхом за результатами аналізу пропорційної будови тіла людини. В основу методу покладено залежність розмірних та геометричних ознак будови тіла людини через застосування метричних індексів, які визначаються співвідношеннями певних величин розмірних ознак фігури.

Методи сканування та фотографування є поширеними рішеннями для побудови віртуального манекену, адже дають більшу інформацію про форму тіла людини, ніж контактні способи. Наприклад, 3D сканер формує систему точок, які утворюють загальну поверхню фігури людини, однак визначення антропометричних вимірів із тривимірного сканування є складним процесом і призводить до формування великих баз даних параметризованих сіток, з яких отримують віртуальні моделі тіла людини.

У статті [3] наведено класифікацію основних видів 3D-скануючого обладнання, що використовується для цілей швейної промисловості у відповідності до особливостей експлуатації. Зазначено, що існуючий механізм отримання та експорту розмірних ознак фігури людини характеризується складністю, високою вартістю, необхідністю застосування спеціального програмного забезпечення та потребує удосконалення рішень щодо розрахунків, зберігання та вилучення

розмірних ознак для подальшого його застосування сервісами з візуалізації одягу.

Авторами [4] запропоновано метод визначення основних антропометричних ознак на основі аналізу двовимірних зображень. Згідно дослідження такий метод уникає недоліків 3D-сканування фігури людини та, на думку авторів, вдосконалив 3D-манекени за рахунок автоматичних розрахунків радіусів деформацій зрізів тривимірної моделі, які прискорять процеси обробки інформації і зроблять реалістичними відображення фігури людини. Проте такий метод потребує точних математичних розрахунків, спеціальних приладів та програмного забезпечення.

Дослідником [5] встановлено доцільність застосування каркасного методу з використанням положень антропометричних точок торсу жіночої фігури та сформовано антропометричну інформацію, а саме – перелік розмірних ознак для побудови тривимірних моделей манекенів. Проте даний метод потребує обґрунтованих досліджень та їх інтерпретації у вигляді інформаційної бази про тілобудову людини.

Сьогодні існують програми комп'ютерного моделювання тіла людини [6], сервіс яких дозволяє створювати електронний манекен на основі запропонованої типової моделі за допомогою меню, в якому можна змінювати всі частини тіла з подальшим його моделюванням та враховуючи особливості тілобудови.

Науковцями [7] було розроблено програмне забезпечення Arolinex, яке забезпечує цифрове моделювання фігури людини. Побудова віртуального манекену відбувається за рахунок встановленого канону, що пов'язаний із зростом людини. Програма має базу даних, де формуються відповідні моделі-манекени, які сформовані на основі типових даних про морфологію тіла людини, проте такі манекени є наближеними, оскільки мають лише умовні варіанти особливостей та пропорцій фігур людей.

Формулювання цілей та завдання статті. Зважаючи на розглянуті переваги та недоліки, існуючі методи візуалізації віртуального тіла потребують отримання точних антропометричних даних, більшої адаптації до особливостей тілобудови та обґрунтованих знань морфології людини. Тому метою роботи є удосконалення способів розрахунку параметрів електронних манекенів для сервісних додатків для візуалізації одягу з урахуванням особливостей тілобудови.

Основні результати. Сучасні технологічні сервіси по візуалізації та прогнозуванню розміру одягу пропонують параметричні електронні манекени, методологія реалізації яких є різною, залежить від методів впровадження процесу побудови тривимірного манекену та орієнтується на типові класифікації будови тіла людини, в результаті чого при застосуванні таких сервісів у користувачів виникають труднощі з віртуальним примірюванням одягу. Слід зазначити, що більшість класифікацій будови тіла людини були розроблені за результатами антропометричних досліджень, що пояснює посилення на результати суб'єктивного візуального спостереження споживача. Проте такий підхід в сучасних системах недостатньо ефективний і не забезпечує достатню точність, котра є необхідною для комерційного використання.

При отриманні вихідних даних для побудови електронного манекену різними методами було встановлено недоліки кожного з них. Наприклад, для отримання розмірних ознак методом прямого вимірювання (контактний), необхідні професійні знання та вміння, при цьому результати можуть містити похибки. Серед методів непрямого вимірювання – тривимірне сканування і фотографування, які потребують значних фінансових витрат, проте є значно ефективнішими і дають можливість адаптації та інтегрування інформації в будь-яку систему проектування або віртуального маркетингу і моделюють узагальнений варіант тривимірного манекену, що наближений до типових фігур.

Метод калібрування віртуальних манекенів за допомогою використання кластерного аналізу на основі високоточної бази даних CAESAR [8], яка містить виміри тіла і дані тривимірного сканування фігур людей, пропонує підбір електронного манекену, що є найбільш наближеним до реалістичної фігури через розрахунок середніх значень параметрів кожного кластеру, які групуються за антропометричними параметрами тіла людини. Однак такий метод потребує конструктивного обґрунтування методів досліджень щодо використання антропометричної інформації.

Визначення антропометричних параметрів фігури за трьома фотографіям (вигляд спереду, збоку і ззаду) з використанням триангуляційного методу [9] для побудови тривимірної моделі тіла забезпечує визначення основних лінійних розмірів фігури людини за допомогою математичних розрахунків. Даний метод є умовним, оскільки математичні розрахунки по визначенню параметрів базуються на правильних геометричних фігурах, що не зовсім відповідає поверхні тіла людини.

Аналіз методів отримання антропометричних параметрів фігури дозволив сформулювати фактори впливу щодо реалізації моделювання 3D-манекену: трудомісткість та недостатність експериментальних досліджень; складність математичних розрахунків; використання антропометричних параметрів типових фігур і типової людської морфології, наближеної до споживача. Сукупність впливу цих факторів дають розуміння, що інколи розрахунковий підхід є конструктивно вірний і дає результат, що максимально наближений до фактичних вимірів фігури людини.

Для систематизації антропометричної інформації використовуються класифікації типів жіночих фігур з урахуванням різних особливостей будови тіла (жировідкладень, постави, форми кінцівок, грудної клітки тощо), розроблені авторами Б. Шкерлі, І. Галантом, Н. Бочкарьовою,

В. Бунаком, У. Шелдоном тощо. Такі класифікації ґрунтуються на різних поєднаннях основних і додаткових ознак тілобудови, використовуються в електронних додатках для візуалізації одягу та для прогнозування відповідності форми одягу конкретній фігурі. В роботі [10] представлено порівняльну характеристику класифікацій типів тілобудови жіночих фігур та встановлено, що більш наближені до споживача класифікації характеризуються простотою порівнянь з геометричними фігурами, літерами, фруктами, тощо та відомі користувачам, однак для вибору одягу з урахуванням індивідуальних особливостей і потреб слід застосовувати більш складні характеристики типів фігур.

Якість посадки поясних виробів визначається їх відповідністю розмірним ознакам та особливостям фігури споживачів, зокрема опорній частині, яка характеризується формою стегон, сідниць, місцем розташування їх найбільших опуклостей і розподілом жирових відкладень, та може відрізнитися при однакових обхватах талії та стегон. В існуючих класифікаціях жіночих фігур нижню частину тулуба часто порівнюють з простими геометричними фігурами, наприклад трикутна, грушоподібна, прямокутна, округла. Такий метод порівняння зустрічається в багатьох сучасних сервісних програмах по прогнозуванню розміру одягу, проте він є складним для недосвідченого споживача та не дає точних даних, що недостатньо для комерційного використання.

Для визначення особливостей тілобудови нижньої частини тулуба нами було проведено антропометричне дослідження та визначено такі розмірні ознаки: зріст (Р), обхват талії (От), обхват стегон (Об), які визначають тип фігури; та додаткова розмірна ознака – обхват талії через пупкову точку (От1). Оскільки якісна посадка поясного одягу не завжди забезпечується навіть при відповідності розміру виробу розмірам фігури, було проведено аналіз фігур жінок віком від 18 до 45 років з однаковими обхватами талії та стегон. Окрім визначених розмірних ознак проводились













	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 32 размер 34 36 →</p>  <p>Нелучший размер 6,0 из 10 баллов 6.0</p>	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 34 размер 36 38 →</p>  <p>Хорошо 8,0 из 10 баллов 8.0</p>	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 36 размер 38 40 →</p>  <p>Размер не подходит 0,1 из 10 баллов 0.1</p>
<p>Фигура 1 Фигура 4</p>	<p>Пояс Утягивает тело в области пояса и выделяет естественную линию талии</p>	<p>Пояс Идеально подчеркивает фигуру в области талии</p>	<p>Пояс Лишняя свобода в поясе</p>
	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 32 размер 34 36 →</p>  <p>Размер не подходит 2,0 из 10 баллов 2.0</p>	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 34 размер 36 38 →</p>  <p>Хорошо 9,0 из 10 баллов 9.0</p>	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 36 размер 38 40 →</p>  <p>Нелучший размер 7,0 из 10 баллов 7.0</p>
<p>Фигура 3</p>	<p>Пояс Изделие мало и слишком давит в поясе</p>	<p>Пояс Идеально подчеркивает фигуру в области талии</p>	<p>Пояс Легкая свобода в талии допустима для этой модели, не выделяет талию</p>
	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 32 размер 34 36 →</p>  <p>Размер не подходит 2,0 из 10 баллов 2.0</p>	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 34 размер 36 38 →</p>  <p>Хорошо 9,0 из 10 баллов 9.0</p>	<p>Виртуальная примерочная</p> <p>← 36 размер 38 40 →</p>  <p>Хорошо 8,0 из 10 баллов 7.0</p>
<p>Фигура 2</p>	<p>Пояс Изделие мало и слишком давит в поясе</p>	<p>Пояс Идеально подчеркивает фигуру в области талии</p>	<p>Пояс Свободно облегает в поясе, не выделяет талию</p>

Рис. 3. Результат підбору розміру одягу на жіночі фігури сервісом Astrafit [11]

заміри обхватів тазового поясу фігури на різних рівнях, а саме: 5 см, 10 см і 15 см від лінії талії.

В результаті аналізу отриманої інформації встановлено, що нижня ділянка тулуба має різну конфігурацію в межах однакових обхватів талії і стегон та може бути непропорційною. Визначено, що величина різниці O_{T1} і O_T знаходиться в прямій залежності з формою нижньої частини тулуба: чим різниця більша, тим накопичення жирівідкладень на досліджуваній ділянці має більш виражений характер. Експериментальна перевірка розроблених алгоритмів підтвердила ефективність використання даного методу, а достовірність підтверджена статистичними розрахунками. Отримані залежності апробовано та впроваджено в технологічному сервісі Astrafit (Україна) [11] для оцінки якості посадки поясного одягу на фігурі споживача для більш реалістичного відтворення фігури людини в 3D-моделі. За допомогою сервісу Astrafit проведено віртуальне примірювання поясних виробів на індивідуальні жіночі фігури (рис. 3).

Таким чином, в результаті проведених досліджень запропоновано гнучкий та швидкий розрахунковий метод, який реалізовано в сервісі по підбору одягу, що дозволило в комп'ютерній системі Astrafit враховувати особливості тілобудови споживачів без суб'єктивного оцінювання, за рахунок удосконалених розрахунків для підбору відповідного розміру одягу та надавати рекомендації стосовно відповідності одягу особливостям тілобудови.

Висновки. Проаналізовано методи реалізації та способи отримання антропометричної інформації, сформульовано фактори, які впливають на моделювання тривимірного манекену. Для забезпечення якісної посадки поясного одягу досліджено опорну поверхню жіночих фігур для поясних виробів з однаковими обхватами талії та стегон. Встановлено залежність конкретних параметрів з формою нижньої частини тулуба жіночої фігури,

що вказує на певну її особливість та можливість врахування у моделюванні

3D-манекена. Розроблено алгоритм розрахунку нижньої частини тулуба жіночої фігури з урахуванням особливості будови тіла для сервісів по візуалізації одягу на 3D-манекені. Запропонований підхід реалізовано в технологічному сервісі Astrafit для оцінки якості посадки поясного одягу на фігурі споживача та мінімізує контакт з користувачем, що зменшує похибку суб'єктивного оцінювання.

Перспективи подальших досліджень. Отримані залежності забезпечать врахування особливостей тілобудови жіночих фігур для удосконалення нижньої частини тулуба 3D-манекенів. Планується розробка рекомендацій для оцінки відповідності 3D-манекена реальній фігурі.

Література

1. Pashkevych K., Lavrenko M., Gerasymenko O. Analysis of modern computer technologies used for virtual fitting of clothes. *Journal of Engineering Science*. 2019. P. 66-75. DOI: 10.5281/zenodo.3249190
2. Кудрявцева Н.В. Метод визначення морфологічного опису найбільш поширених типів фігури людини у досліджуваній вибірці аналітичним шляхом. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2013. №6. С.101-108.
3. Ручка І. О. Використання сучасних 3D-сканерів для підвищення рівня якості вимірювань. *Якість технологій та освіти*. 2013. №4. С.56-61.
4. Lin Sheng-Fuu, Chien Shih-Che. Create a Virtual Mannequin Through the 2-D Image-based Anthropometric Measurement and Radius

Distance Free Form Deformation. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2011. Vol. 2, No. 4. P. 60-67.

5. Баранова Т.М. Промышленный дизайн одежды: Вопрос обеспечения антропометрического соответствия 3-D манекенов САПР фигурам населения. *Моделирование в технике и экономике: материалы Международной научно-практической конференции (23-24 марта 2016 года)*. Витебск : УО "ВГТУ", 2016. С. 485-488.

6. Офіційний сайт MakeHuman [Електронний ресурс]. URL: <http://www.makehumancommunity.org> (дата звернення:17.01.2020).

7. Digital Human Modeling: Apolinux software. Rafal Michalski. URL: <http://rafalmichalski.com/software--apolinux-description.php> (дата звернення:17.01.2020).

8. Paquet E., Viktor H. L. Adjustment of virtual mannequins through anthropometric measurements, cluster analysis, and content-based retrieval of 3-D body scans. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. 2007. Vol. 56, No. 5. Pp. 1924-1929.

9. Сартасова М.Ю., Худжанов Д.С., Оленчикова Т.Ю. Разработка программного модуля определения антропометрических параметров человека по фотографии. Южно-Уральский Государственный университет, Челябинск, 2017. 76 с.

10. Радченко И. А. Сравнительная характеристика швейной и потребительской классификации типов телосложений женских фигур. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2015. №1(31). С. 56-62.

11. Офіційний сайт Astrafit [Електронний ресурс]. URL: <http://www.astrafit.com> (дата звернення:17.01.2020).

IMPROVEMENT OF PARAMETERS OF ELECTRONIC DUMMERS FOR SERVICE ACCESSORIES IN VISUALIZATION OF CLOTHING

Kalina Pashkevich, Olena Kolosnichenko, Marina Lavrenko,

Olena Gerasimenko, Olga Yezhov

Summary. The modern electronic mannequins used in service applications developed for visualization of the clothes, which take into account the peculiarities of the human body, have been analyzed and the reasons for imperfections of virtual fitting rooms have been determined. The comparative analysis of different methods of obtaining the information base for the development of electronic mannequins has been conducted and the factors that influence their re-creation have been determined for research and further improvement of the methods of calculation of the parameters of electronic mannequins, which will ensure up-to-date information on the fitting of the products and the reality of their image. To realize the estimation of the quality of fitting of waist products on the electronic mannequin, the anthropometric features of the lower part of the female figures have been specified and the dependencies of anthropometric parameters have been determined, in particular, in the location of fat deposits on the designated area. The obtained results have been used to develop the calculation method, which is implemented in the service application Astrafit (Ukraine) for the fitting of waist products. The developed algorithms provide the estimation of the quality of fitting on the consumer`s figure and can be used for a more realistic reproduction of the human figure in 3D designs. Experimental verification has proved that such a method can be effectively used for electronic mannequins and virtual fitting rooms, and its reliability is confirmed by statistical calculations.

Keywords: online fitting room; visualization of the clothes; electronic mannequin; fitting of clothes; 3D technology; morphology of the surface of the human body.