

ВОССОЗДАНИЕ КОРСЕТНЫХ МАНЕКЕНОВ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ КОСТЮМНЫХ КОМПЛЕКСОВ*

RECONSTRUCTION OF MANNEQUINS WITH CORSETED FORMS FOR HISTORICAL COSTUMES SIMULATION

И.В. ЖУКОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ

I.V. ZHUKOVA, V.E. KUZMICHEV

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: iren932@gmail.com; wk37@list.ru

Предложен метод реконструкции торсов манекенов женских фигур на основе параметризации сохранившихся материальных исторических корсетов или схем чертежей их деталей. На основании антропометрических исследований женских фигур в корсетах и без корсетов получены уравнения для вычисления поперечных и передне-задних диаметров на основных антропометрических уровнях. Разработан алгоритм генерирования поверхности торсов манекенов в компьютерной программе Rhinoceros. Получены три виртуальных торса женских фигур, адаптированных под исторические корсеты 1840, 1890 и 1900 гг. Показаны различия между торсами, сгенерированными в программе CLO 3D и с использованием разработанного метода. Корсетные торсы манекенов с модными формами могут быть использованы для виртуальной симуляции исторических костюмных комплексов.

A method for reconstructing the torsos of female mannequins is proposed based on the parameterization of surviving historical corsets or schematic drawings of their components is proposed. Based on anthropometric studies of female figures with and without corsets, equations are derived for calculating the transverse and anteroposterior diameters at the main anthropometric levels. An algorithm for generating the surface of mannequin torsos is developed in the Rhinoceros computer program. Three virtual torsos of female figures, adapted for historical corsets of 1840, 1890, and 1900, are obtained. Differences between the torsos generated in the CLO 3D program and those generated using the developed method are demonstrated. Corseted torsos of mannequins with fashionable shapes can be used for the virtual simulation of historical costume complexes.

Ключевые слова: манекен, корсет, модная форма, параметризация, виртуальная примерка, исторический костюм.

Keywords: mannequin, corset, fashionable shape, parameterization, virtual try-on, historical costume.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 24-29-00268 «Цифровые двойники костюмов XVIII-XIX веков: новый формат российского культурного наследия».

Введение

Изготовление манекенов фигур как важнейшего средства для контроля посадки одежды является сложной эстетической и инженерной задачей [1]. В зависимости от назначения и типа манекена, представляющего индивидуальную или типовую фигуру, для его построения необходим разный объем исходной информации, а существующие технологии позволяют получать любые типы манекенов с использованием в качестве исходной базы антропометрических таблиц, визуальных образов фигуры (фотографий) и цифровых моделей (сканы) [2].

В последнее время проблема получения исторически правильных манекенов приобрела особую значимость в связи с возросшим интересом к истории костюма, кросс-культурным проектам, организации материальных и виртуальных музейных экспозиций. В настоящее время исторические манекены для организации выставочных экспозиций выпускают компании Литъе-Сфера, АртМанекен, ООО «ПФМ». Одним из самых удобных вариантов является технология фирмы NANASAICO Ltd (Япония) [3], материальные манекены которой копируют исторически модные формы фигур выше и ниже уровня талии, а пространство в области талии остается пустотным, чтобы гарантировать одевание и утяжку фигуры любыми корсетами. Такое решение уменьшает существенно затраты на изготовление манекенов и экспозицию исторических костюмных комплексов.

Сохранившиеся материальные исторические манекены отражают антропоморфные особенности фигур выбранного исторического периода или идеальные модные формы фигур, полученные с помощью корсетов, благодаря которым женщины сознательно изменяли обхваты фигуры, пластику верхней части торса в области опорной поверхности и осанку. Косвенную информацию о модных идеальных формах содержат корсеты. История корсетов включает использование самых разных материалов и конструктивных решений для изменения формы женской фигуры и ее приближения к постоянно менявшимся модным идеалам.

Параметры корсетов достаточно широко рассмотрены в нескольких изданиях [4...7], и, суммируя опубликованные данные, можно констатировать, что в 1875...1918 гг. корсеты обеспечивали следующие сочетания обхватов: груди 75...127, талии 50...99 и бедер 86...146 см. Очевидно, что манекены для демонстрации исторической одежды корсетной формы должны иметь соответствующие параметры и пластику, чтобы повторить все пропорции модной фигуры выбранного периода времени. К сожалению, для получения корсетных манекенов, которые бы соответствовали всем вариантам бытовавших корсетов, отсутствует необходимая антропометрическая информация.

Цель и актуальность работы

Целью исследования является разработка методики получения манекенов торсов модных женских фигур ниже опорной поверхности на основе информации, извлекаемой из аутентичных корсетов. В исследовании решается научная проблема по воссозданию формы человеческой фигуры на основе информации, содержащейся в исторической одежде [8].

Методы и средства исследования

Для параметризации корсетов и манекенов использовали инструментальные средства (металлические линейки, толщиномер) и компьютерные программы: CorelDRAW [9], Rhinoceros [10], CLO 3D [11]. Для измерения фигур использовали бодисканер INTAILOR 3-D фирмы Human Solutions (Германия) [12].

Объекты исследования

В качестве источников информации для построения манекенов выбраны несколько исторических корсетов: 1) два корсета, относящиеся к 1840 (*корсет 1*) и 1890 гг. (*корсет 2*), отличающиеся объемно-силуэтными формами, компрессионным эффектом и предназначенные для получения разных модных форм фигур [13]; 2) один материальный *корсет 3*, датированный 1900 г., из фонда кафедры КШИ ИВГПУ. Внешний вид *корсетов 1* и *2* представлен на рис. 1.

Полученные результаты

Разработанный алгоритм воссоздания манекена торса показан на рис. 2.



Рис. 1



Рис. 2

Алгоритм включает следующие этапы:

1. Параметризация исторического корсета по двум альтернативным источникам информации: материальному корсету или чертежам деталей.

2. Параметризация сечений обхватов груди, талии и бедер женских фигур под влиянием корсета в системе "фигура – корсет".

3. Построение каркаса торса манекена.

4. Моделирование поверхности торса манекена.

Параметризацию чертежей деталей выполняли после их приведения к одному масштабу. Детали размещали в прямоугольной координатной сетке относительно основных горизонтальных антропометрических уровней груди, талии (находили как самое узкое место в конструкции), обхвата груди четвертого (линию обхвата груди четвертого проводили через начало нагрудных вытачек) и дополнительной линии между линиями талии и низа (ТБк). На рис. 3 показаны схемы чертежей *корсетов 1 и 2*, ориентированные в базисной сетке.

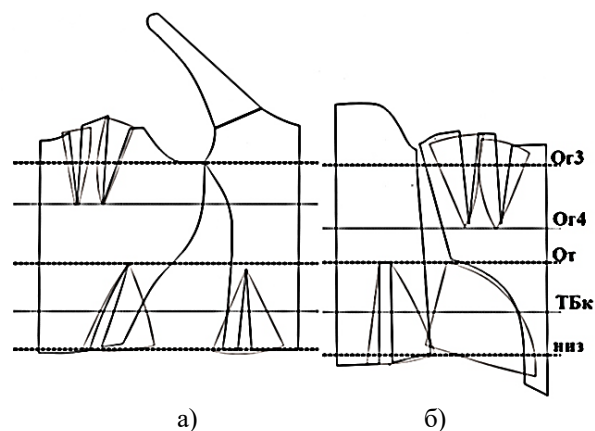


Рис. 3

Из рис. 3 видно, что выбранные корсеты отличаются по длине, конфигурации боковых линий (у *корсета 1* она имеет минимальный радиус кривизны). *Корсет 2* имеет отрезную нижнюю часть переда, которая позволяет достичь максимального прилегания в области талии, но дает большее расширение в области бедер. Очевидно, что перечисленные конструктивные особенности проявятся в вариации модных форм фигур.

Аналогичным способом выполнена параметризация материального исторического корсета 3 (рис. 4, а). Корсет 3 укладывали на ровную поверхность по линии талии, сохраняли вертикальность средних линий спинки и переда, чтобы образовались мяг-

кие складки по верхнему и нижнему краям. Измеряли глубину складок и рассчитывали габаритные размеры путем суммирования величин глубин складок и ширину участков на плоскости. На рис. 4, б показана схема измерения материального корсета 3.



а)



б)

Рис. 4

В табл. 1 приведены результаты измерения всех корсетов.

Т а б л и ц а 1

	Название конструктивного участка	Значение участка P_i для корсетов		
		1	2	3
1	Ширина на уровне обхвата груди третьего ($O_{г3}$)	83,8	77,0	82
2	Ширина на уровне обхвата груди четвертого ($O_{г4}$)	72,8	55,6	66,5
3	Ширина на уровне обхвата талии ($O_{т}$)	59,4	49,6	56
4	Ширина на промежуточном уровне между талией и низом корсета (ТБК)	70,8	72,5	70
5	Ширина на уровне низа изделия	80,4	81,6	84
6	Расстояние от уровня груди до талии	17,4	16,0	19,5
7	Расстояние от талии до низа изделия	13,0	15,0	16,0
8	Расстояние от уровня талии до промежуточного уровня между талией и низом изделия	8,7	10,1	10,4

Поскольку благодаря утягивающему и деформирующему влиянию женская фигура изменяется под влиянием корсета [14, 15], то для моделирования были измерены 50 современных женских фигур в возрасте от 18 до 26 лет без видимых отклонений антропоморфного телосложения. Для изучения деформации фигур надевали утягивающий корсет, а утягивание фигур проводили до достижения максимально возможных значений деформации мягких тканей, определяемой по реакции носчиков [16, 17].

Размерные признаки фигур в исходном и деформированном состояниях измеряли бесконтактным методом с помощью бодисканера [18, 19].

Для описания бокового контура торса деформированных корсетом фигур как наиболее сложной по кривизне поверхности на фронтальных проекциях виртуальных клонов сканированные изображения обрабатывали в программе Rhinoceros. На изображениях (как и в случае корсетов на рис. 2 и 3) намечали антропометрические уровни талии (*ЛТ*), бедер (*ЛБ*), промежуточный уровень между талией и низом (*ТБк*).

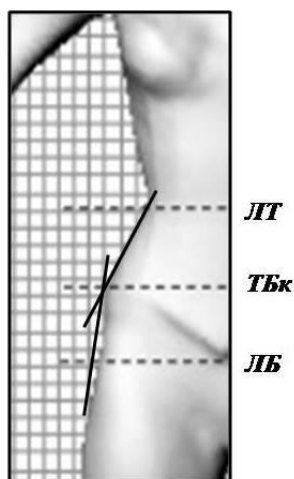


Рис. 5

Уровень *ТБк* определяли путем нахождения точки пересечения касательных, проведенных к боковому контуру сканатора от *ЛТ* и *ЛБ* вниз, а от *ЛБ* вверх. Через точку пересечения касательных проводили биссектрису полученного угла до пересечения с боковым контуром (рис. 5).

Для моделирования торса фигуры были приняты три гипотезы: 1) горизонтальные сечения деформированных фигур соответствуют эллипсам; 2) корсет, будучи одетым на фигуру, ввиду жесткости своей конструкции принимает форму, поверхность которой близка к поверхности тел вращения относительно центров эллипсов; 3) формы сечений фигуры и корсета будут совпадать, т. е. их можно рассматривать как систему "фигура – корсет". Поперечные и передне-задние диаметры можно рассчитать по формулам:

$$d_{i\text{поп}} = \sqrt{\frac{8 \cdot P_i^2}{(2\pi)^2(1+k_i^2)}}, \quad (1)$$

где P_i – ширина конструктивного участка, см; k_i – коэффициент соотношения передне-заднего и поперечного диаметров: $k_i = d_{i\text{нз}}/d_{i\text{поп}}$. Коэффициент k_i получен экспериментальным путем после изучения деформации фигур под влиянием утягивающего корсета с максимально возможным значением деформации мягких тканей [16], его значения приведены в табл. 2;

$$d_{i\text{пз}} = n_i d_{i\text{поп}}, \quad (2)$$

где n_i – коэффициент задней части передне-заднего диаметра, измеренного на профильной проекции фигуры от вертикали, проведенной через конструктивный центр фигуры, до ее заднего контура [20].

Значения коэффициентов k_i и n_i для каждого исследуемого уровня приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

	Уровни	Значения коэффициентов	
		k_i	n_i
1	O_{r3}	0,89	0,45
2	O_{r4}	0,83	0,46
3	От	0,86	0,4
4	Между талией и низом корсета (<i>ТБк</i>)	0,71	0,43
5	Низ корсета	0,83	0,47

В табл. 3 приведены значения большого и малого диаметров на каждом антропометрическом уровне, которые после построе-

ния эллипса обеспечивают получение его периметра равным P_i (табл. 1).

Таблица 3

	Название конструктивного участка	Результаты измерения корсетов		
		1	2	3
Первый уровень обхвата груди третьего				
1	Поперечный диаметр $d_{\text{поп}}$	28,2	26,0	27,6
2	Передне-задний диаметр $d_{\text{пз}}$	25,1	23,1	24,5
3	Задняя часть $d_{\text{пз}}$	11,2	10,3	11,0
4	Глубина грудных желез	2,4	2,2	2,3
Второй уровень обхвата груди четвертого				
5	Поперечный диаметр $d_{\text{поп}}$	25,3	19,3	23,1
6	Передне-задний диаметр $d_{\text{пз}}$	20,9	15,9	19,1
7	Задняя часть $d_{\text{пз}}$	9,5	7,3	8,7
Третий уровень обхвата талии				
8	Поперечный диаметр $d_{\text{поп}}$	20,2	16,9	19,1
9	Передне-задний диаметр $d_{\text{пз}}$	17,4	14,5	16,5
10	Задняя часть $d_{\text{пз}}$	7,0	5,8	6,6
Четвертый уровень между талией и низом корсета (ТБк)				
11	Поперечный диаметр $d_{\text{поп}}$	26,0	26,6	25,7
12	Передне-задний диаметр $d_{\text{пз}}$	18,5	18,9	18,3
13	Задняя часть $d_{\text{пз}}$	8,0	8,2	7,9
Пятый уровень низа корсета				
14	Поперечный диаметр $d_{\text{поп}}$	28,2	29,6	27,6
15	Передне-задний диаметр $d_{\text{пз}}$	20,8	21,2	20,4
16	Задняя часть $d_{\text{пз}}$	9,8	10,3	9,6

На основе данных табл. 1 и 3 в программе Rhinoceros выполнено имитационное моделирование торсов женских фигур как части системы "фигура – корсет". Алгоритм построения торса включал следующие операции:

1. На вертикальной оси, которая является конструктивной осью фигуры, отмечали пять уровней.

2. На каждом уровне строили горизонтальные сечения обхватов с соответствующими значениями поперечного и передне-заднего диаметров при выполнении условия, что периметр эллипса равен ширине корсета на соответствующем участке. Таким образом получали исходные сечения на заданных основных и дополнительных уровнях.

3. Для достижения большей реалистичности на уровне $Oz3$ повторяли конфигурацию передней части линии с учетом выпуклости грудных желез. Величину выпуклости грудных желез определяли как проекционное измерение расстояния от точки наибольшего прогиба спереди до максимального выпуклости на контуре сечения.

Определение этой части диаметра от общей величины $d_{\text{пз}}$ необходимо для построения кривизны переднего контура сечения; путем математических вычислений эта величина составила 0,098 % $d_{\text{пз}}$.

4. После построения сечений проверяли равенство их длин измерениям после параметризации исторических чертежей корсетов. На рис. 6 показаны каркасы из горизонтальных сечений 3D торсов женских фигур в корсетах: а – корсет 1; б – корсет 2; в – корсет 3.

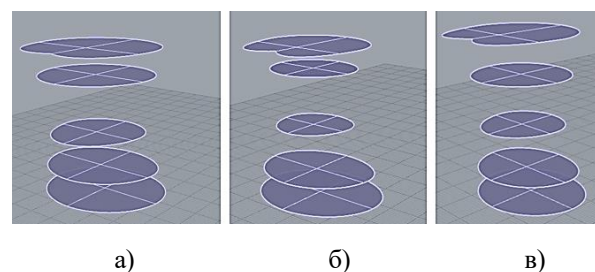


Рис. 6

Моделирование торсов фигур выполняли с помощью функции «Построение поверхности по сечениям» в программе Rhinoceros. Интегрированный модуль «T-Splines» ис-

пользовали для редактирования сложных поверхностей на основе технологии Т-сплайнов NURBS. На рис. 7 показаны виртуальные модели трех торсов, сгенерированных

на основе параметризованных корсетов: *корсет 1* (а), *корсет 2* (б), *корсет 3* (в) на видах сверху, в аксонометрической проекции, спереди и сбоку.

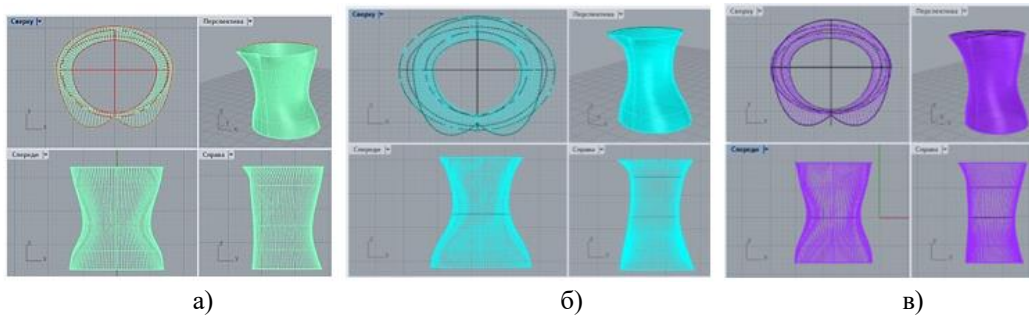


Рис. 7

Сгенерированные на основе параметризованных корсетов 3D модели торсов женской фигуры имеют разную форму. На рис. 8 показаны совмещенные контуры торсов: сплошная линия соответствует *корсету 1*, штриховая – *корсету 2*, пунктирная – *корсету 3*.

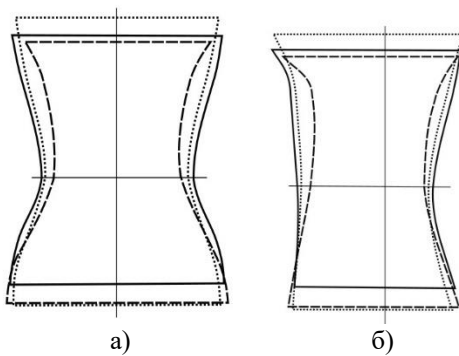


Рис. 8

На рис. 8, а видно, что *корсет 2* имеет наибольшее прилегание в области талии, а *корсет 1* – наименьшую длину. Оценивая внешние контуры на рис. 8, б, можно видеть, что *корсет 3* имеет спрямленные контуры, что полностью соответствует популярной в 1900-е гг. модной форме фигуры.

3D модели торсов были конвертированы в формат obj. для дальнейшей интеграции в САПР специального назначения и проверки путем сравнения с торсами, полученными по доступной технологии генерирования аватаров, которая может быть реализована в программе CLO3D. Пример сравнения приведен ниже для *корсета 2*.

1. Наиболее близкий аватар ASTM_Pettite_Curvy_2 [21] из программы CLO3D

модифицировали, изменяя его обхваты груди третьего, талии и бедер до достижения значений корсета.

2. В программу импортировали детали корсета, выполнили позиционирование их вокруг аватара, «сшивание» и примерку. На рис. 9, а показан торс аватара, сгенерированный в программе CLO3D с надетым на него *корсетом 2*.

3. 3D модель торса женской фигуры, сгенерированную на основе параметризации *корсета 2*, импортировали в программу CLO3D.

4. В программу также импортировали детали корсета, позиционировали вокруг 3D модели, «сшивали» и выполняли примерку (рис. 9, б).

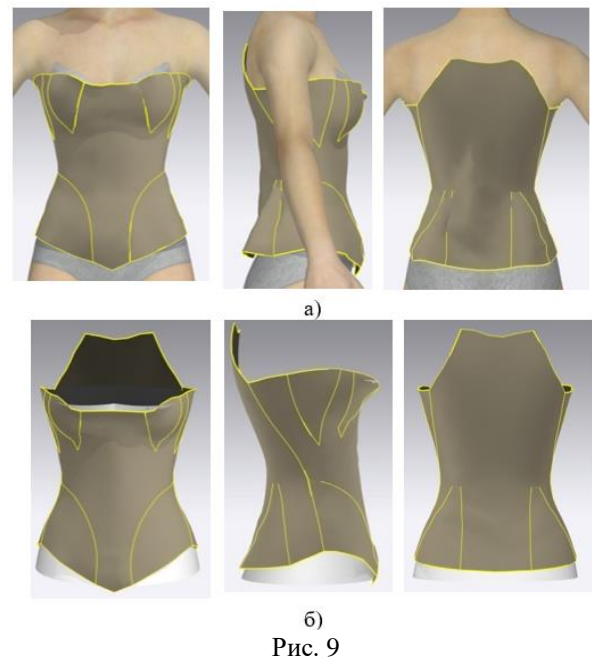


Рис. 9

Из рис. 9, а видно, что на корсете, одетом на модифицированный аватар из программы CLO3D, возникает глубокая складка в области спинки, что свидетельствует о несоответствии *корсета 2* морфологическим особенностям типовой фигуры. Данный дефект возник из-за невозможности выполнить корректировку осанки аватара *ASTM_Pettite_Curvy_2*, которая изменяется под влиянием ношения корсета. Поэтому такое сравнение носит характер визуализации: скорее наглядный, чем научный.

И наоборот, 3D модель системы "разработанный торс фигуры + корсет" имеет хороший внешний вид без видимых дефектов в области груди, талии и бедер (рис. 9, б).

Соразмерные системы "фигура + корсет" были получены для *корсетов 1* и *3*, что соответствует устоявшимся критериям качества посадки исторических корсетов [22...24].

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод воссоздания корсетных форм торсов женских фигур на основе параметров исторических корсетов. Метод основан на параметризации корсетов и составляющих их деталей, антропометрической базе данных о деформации фигур утягивающими корсетами и проекционных диаметрах основных обхватов системы "фигура – корсет".

2. Разработаны 3D модели торсов женских фигур корсетной формы, на которые можно выполнять примерку исторических костюмных комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Digital Manufacturing Technology for Sustainable Anthropometric Apparel: edited by Norsaadah Zakaria. ELSEVIER, The Textile Institute. 2022. 236 p.

2. Aldrich W. History of sizing systems and ready-to-wear garments // Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing, Ashdown, S.P. (Ed.). Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2007, pp. 1...56.

3. <https://www.kci.or.jp/en/mannequin/> (дата обращения 04.07.24),

4. Moskvin A., Moskvin M., Kuzmichev, V. Parametric modeling of historical mannequins // International Journal of Clothing Science and Technology, 2019, volume 32, issue 3, pp. 366...389. – <https://doi.org/10.1108/IJCST-06-2019-0093>

5. Кузьмичев В.Е., Москвин А.Ю., Москвина М.В. Моделирование цифровых двойников модных исторических фигур // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. 1(391). С. 144...150.

6. Москвин А.Ю., Москвина М.А., Кузьмичев В.Е. Генерирование разверток сканированной исторической одежды // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. №4 (400). С. 147...152

7. Moskvin A., Moskvin M., Kuzmichev V. Parametric modeling of historical mannequins // International Journal of Clothing Science and Technology. 2020. Vol. 32. No. 3. P. 366...389.

8. Чжан Шичао, Кузьмичев В.Е. Получение цифровых двойников мужских фигур по изображениям и чертежам конструкций исторической одежды // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. № 2 (380). С. 106...113.

9. <https://www.coreldraw.com>

10. <https://www.rhino3d.com/>

11. <https://www.clo3d.com>

12. <https://www.humansolution.com>

13. Jill Salen. Corsets. Historic Patterns and Techniques. First published in the United Kingdom in 2008 by Batsford, pp. 128, ISBN-13: 9781906388010.

14. Шаммут Ю.А., Корнилова Н.Л., Баландина Г.В. Разработка трехмерной компьютерной модели торса фигуры для проектирования плотнооблегающих изделий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2008. № 4 (309). С. 79...82.

15. Сеницкий И.А., Васильев Д.А., Горелова А.Е., Корнилова Н.Л. Моделирование мягких тканей виртуального манекена для проектирования корсетных изделий и белья // Программные продукты и системы. 2015. № 1. С. 167...172.

16. Жукова И.В., Кузьмичев В.Е. Проектирование мягкотельных виртуальных двойников типовых российских фигур для примерки компрессионной одежды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 4 (394). С. 139...144.

17. Zhukova I.V., Kuzmichev V.E. Digital twins of Russian typical bodies: International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021). Vitebsk, Republic of Belarus. ISBN: 978-0-7354-4175-0 AIP Conference Proceedings 2430, 020007 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0077245>

18. ISO 7250-1:2017 Basic human body measurements for technological design – Part 1: Body measurement definitions and landmarks. – URL: www.iso.org/standard/65246.html (дата обращения 14.03.2024)

19. ISO 20685-1:2018 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases – Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3-D body scans. – URL: www.iso.org/standard/63260.html (дата обращения 14.03.2024).

20. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622793 РФ. База данных параметрических характеристик для проверки антро-

поморфного соответствия цифровых двойников фигур программ трехмерной визуализации российским типовым фигурам.

21. ASTM D7878/D7878M-13e1. Standard Tables for Body Measurements for Adult Female Misses Petite Figure Type, Size Range 00P – 20P (Withdrawn 2022).

22. <https://costumehistory.livejournal.com/776480.html?ysclid=m4e22gf7r1967164496>

23. *Стул В.* Корсет / пер. М. Маликова. М.: Новое литературное обозрение, 2010. 268 с. (Б-ка журн. "Теория моды").

24. <https://lebedinajpesnja1.blogspot.com/2018/11/1916.html>

REFERENCES

1. Digital Manufacturing Technology for Sustainable Anthropometric Apparel: edited by Norsaadah Zakaria. ELSEVIER, The Textile Institute. 2022, 236 p.

2. *Aldrich W.* History of sizing systems and ready-to-wear garments // Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing, Ashdown, S.P. (Ed.). Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2007, pp. 1...56.

3. www.kci.or.jp/en/mannequin/ (date of access 04.07.24).

4. *Moskvin A., Moskvina M., Kuzmichev V.* Parametric modeling of historical mannequins // International Journal of Clothing Science and Technology. 2019, 3 (32). P. 366...389. – <https://doi.org/10.1108/IJCST-06-2019-0093>.

5. *Kuzmichev V.E., Moskvin A.YU., Moskvina M.V.* Modeling of digital twins of historical fashionable bodies // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2021. 1(391). P. 144...150.

6. *Moskvin A., Moskvina M., Kuzmichev V.* Block pattern generation of the scanned historical garments // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2022. 4(400). P. 147...152.

7. *Moskvin A., Moskvina M., Kuzmichev V.* Parametric modeling of historical mannequins // International Journal of Clothing Science and Technology. 2020. 3 (32). P. 366...389.

8. *Zhang Shichao, Kuzmichev V.E.* Reconstruction of men digital twin from images and pattern blocks of historical costume // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2019. 2 (380). P. 106...113.

9. <https://www.coreldraw.com>

10. <https://www.rhino3d.com/>

11. <https://www.clo3d.com>

12. <https://www.humansolution.com>

13. *Jill Salen.* Corsets. Historic Patterns and Techniques. First published in the United Kingdom in 2008 by Batsford, pp. 128, ISBN-13: 9781906388010.

14. *Shammut Yu.A., Kornilova N.L., Balandina G.V.* Development of three-dimensional computer model of body torsodesign of tight-fittinggarments // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiy Tekstil'noi Promyshlennosti. 2008. 4 (309). P. 79...82.

15. *Senitsky I.A., Vasiliev D.A., Gorelova A.E., Kornilova N.L.* Modeling of soft tissues of a virtual mannequin for corsets and underwear design // Software products and systems. 2015. No.1. pp. 167...172.

16. *Zhukova I.V., Kuzmichev V.E.* Designing of deformable digital twins of typical russian women bodies for compression clothes virtual try-on // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2021. 4 (394). C. 139...144.

17. *Zhukova I.V., Kuzmichev V.E.* Digital twins of Russian typical bodies: International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021). Vitebsk, Republic of Belarus. ISBN: 978-0-7354-4175-0 AIP Conference Proceedings 2430, 020007 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0077245>

18. ISO 7250-1:2017 Basic human body measurements for technological design – Part 1: Body measurement definitions and landmarks. – URL: www.iso.org/standard/65246.html (date of access 04.05.2024)

19. ISO 20685-1:2018 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases – Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3-D body scans. – URL: www.iso.org/standard/63260.html (date of access 04.05.2024).

20. Certificate of state registration of the databaseNo. 2023622793 RussianFederation. A database of parametric characteristics for checking the anthropomorphic correspondence of digital twins of bodies of three-dimensionalvisualizationprograms to Russians standard bodies.

21. ASTM D7878/D7878M-13e1. Standard Tables for Body Measurements for Adult Female Misses Petite Figure Type, Size Range 00P – 20P (Withdrawn 2022).

22. <https://costumehistory.livejournal.com/776480.html?ysclid=m4e22gf7r1967164496>

23. *Steele V.* Korset / per. M. Malikova. Moscow: Novoe literaturnoe obozrenie, 2010. 268 s. (B-ka zhurn. "Teoriya mody").

24. <https://lebedinajpesnja1.blogspot.com/2018/11/1916.html>

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий ИВГПУ. Поступила 08.07.24.