

УДК 687.016

**ПОЛУЧЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ МУЖСКИХ ФИГУР
ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ И ЧЕРТЕЖАМ
КОНСТРУКЦИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ОДЕЖДЫ***

**RECONSTRUCTION OF MEN DIGITAL TWIN
FROM IMAGES AND PATTERN BLOCKS OF HISTORICAL COSTUME**

ШИЧАО ЧЖАН, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ

SHICHAO ZHANG, V.E. KUZMICHEV

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: 569642835@qq.com; wkd37@list.ru

Разработан алгоритм реконструкции значений размерных признаков мужских фигур, изображенных на исторических фотографиях или реалистичных рисунках систем "фигура – исторический костюм" и использованных для построения чертежей деталей одежды. Выявлены факторы, влияющие на точность вычисления размерных признаков и относящиеся к морфологическим особенностям мужских фигур, их изменению под влиянием корсета, конструкции одежды, структуре пакета материалов. С использованием технологии бодисканирования получены статистически достоверные сечения торсов типовых фигур на уровнях груди, талии и бедер, сформирована антропометрическая база данных, включающая величины изменений размерных признаков под компрессионным влиянием корсетов. Приведен пример генерирования цифрового двойника исторической мужской фигуры и виртуальной примерки мужского сюртука 1740 года.

The method of analyzing the realistic-looking system "man body-historical costume" and pattern block for reconstruction of hiding body measurements has been proposed. The factors such as features of body morphology, torso deformation by compressive corset, structure of costume, textile materials were considered from their influence on the results of body measurements calculation. By means of body-scanning technologies, the statistical adequate cross-sections on bust, waist, hip levels for male bodies wearing corset and without corset were obtained and the anthropometrical data base was completed. Digital twin of historical man body was obtained and virtual try-on of male frock coat 1740 we done.

* Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Партнерской программы Юбера Кюрьена – А.Н. Колмогорова с участием научно-исследовательских организаций и университетов Франции (уникальный идентификатор проекта RFMEFI61619X0113).

Ключевые слова: размерные признаки, исторический костюм, бодиска-нер, реконструкция, цифровой двойник, виртуальная примерка.

Keywords: body measurements, historical costume, bodyscanner, reconstruction, men body, digital twin, virtual try-on.

Исторический костюм в виде сохранившихся раритетов, рисунков, фотографий и схем чертежей является неиссякаемым источником для поиска новых и адаптации проверенных временем художественных и конструкторско-технологических решений к возможностям современного дизайн-проектирования [1]. Новая форма исторического костюма появлялась как симбиоз и синергии нескольких факторов: морфология человеческих фигур – исходная или измененная под модный стандарт; конструктивное устройство костюма; особая конфигурация чертежей деталей; применяемые материалы, включая комплектность нижележащих слоев одежды; методы изготовления; манера ношения [2]. При реконструкции исторической одежды, в зависимости от целеполагания и ожидаемых результатов, используют информацию обо всех факторах или их часть. Исходная база исторических данных может включать существовавшие системы размерных признаков [3], чертежи или схемы конструкций [4], реалистичные изображения или фотографии [5].

Наиболее сложной является идентификация в перечисленных объектах значений размерных признаков фигур, которые были использованы при конструировании исторического костюма и его чертежей, поскольку окончательная объемно-силуэтная форма костюма возникает именно под влиянием конструктивных прибавок к использованному размерным признакам. Как правило, антропометрическая информация отсутствует, а без знания размерных признаков довольно сложно выполнять аналитическую реконструкцию и адаптацию костюма к фигурам современных потребителей.

По степени возрастания антропометрической ценности исторические источники образуют следующий ряд: рисованное реалистичное изображение – фотография – схема чертежа конструкции деталей [6].

После анализа рисунка или фотографии количества вычисляемых размерных признаков может быть недостаточно для полной реконструкции фигуры, а максимальный объем информации может быть получен после параллельного анализа чертежей деталей.

Для виртуальной визуализации исторических костюмов и построения аватаров исторических фигур нельзя использовать современные твердотельные цифровые двойники (ЦД) реальных фигур. ЦД исторической фигуры должен быть мягкотельным, поскольку в разные исторические периоды мужчины прибегали к корректировке пластики своего торса с помощью корсетов. К настоящему времени нет научно обоснованных принципов генерирования мягкотельных аватаров, но благодаря компьютерным технологиям проблема их формирования может быть решена на новом уровне [7...9].

Целью настоящей работы явилась отработка алгоритма построения аватаров в виде мягкотельных цифровых двойников исторических фигур.

Алгоритм получения ЦД исторической фигуры на основе графоаналитического и художественно-конструктивного анализа чертежей конструкций и изображений исторической одежды показан на рис. 1.

Из приведенного алгоритма следует, что воссоздание ЦД требует дополнительных баз данных, объединяющих исторические и современные сведения. Для реализации алгоритма мы использовали бодисканер для изучения пластики фигур и 3D-программные продукты для построения и модификации аватаров. Алгоритм на рис. 1 раскрывает последовательность формирования ЦД исторической фигуры с использованием исходной информации, изучения особенностей деформации фигур с помощью бодисканирования и интегрирования полученных результатов в программную среду для выполнения виртуальной примерки.

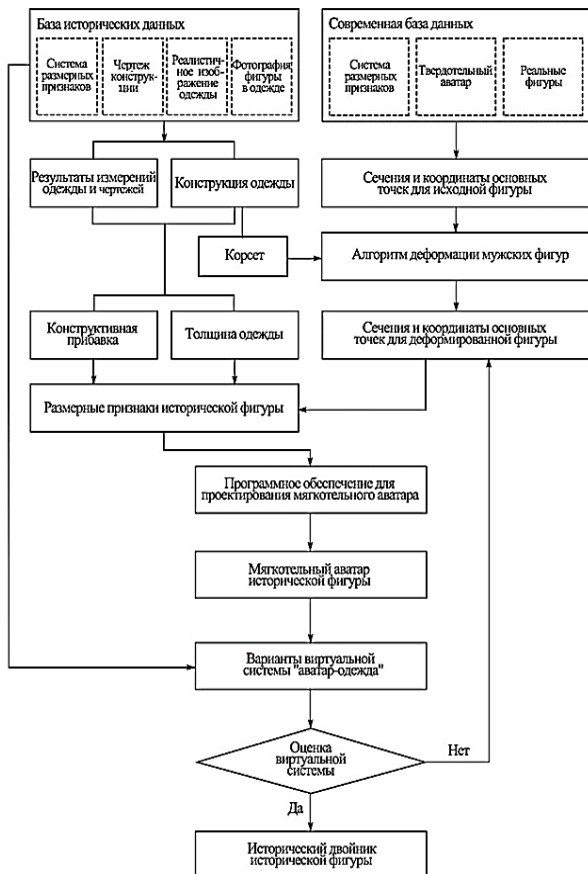


Рис. 1

Исторические руководства по конструированию одежды содержат рекомендации по измерению размерных признаков по поверхности одетой фигуры, а не по обнаженному телу [10]. Поэтому результат измерения включает размерный признак, толщину нижележащей одежды, а в случае ношения корсета – его толщину, причем исходный размерный признак мог быть увеличенным или уменьшенным под влиянием компрессии и смещения мягких тканей. В общем виде значение истинного размерного признака РП, который был использован для построения чертежа, может быть записано в виде:

- при отсутствии корсета

$$РП = Ич - П_{ТМ} \pm П_i, \quad (1)$$

где Ич – результат измерения чертежа одежды выбранного исторического периода, см; П_{ТМ} – прибавка на толщину пакета нижележащих слоев одежды (корсета, белья), см; П_i – конструктивная прибавка к i-му размерному признаку, см;

- при использовании корсета

$$РП = Ич - 1,57 \cdot Т_м \pm \Delta РП \pm П_i, \quad (2)$$

где Т_м – толщина пакета материалов, см; ΔРП – изменение обхвата груди, талии или бедер под влиянием компрессионного действия корсета, см.

Таким образом, чтобы по чертежу стана определить значение РП, необходимо знать значения четырех составляющих.

Вторая составляющая – толщина пакетов материалов Т_м – нами была рассчитана на основании сведений из опубликованных источников о структуре пакета, формируемого нижней сорочкой, верхней сорочкой, жилетом, подштанниками и брюками и толщинах используемых материалов [11]. Она была равна, см: на уровне груди 0,5, талии 1,1, бедер 0,6.

Третью составляющую – изменение размерных признаков ΔРП – вычисляли по результатам бодисканирования. Для исследования мы выбрали фигуры современных китайских и российских мужчин, маркируемых согласно действующему китайскому стандарту [12] по разности между обхватами груди и талии как типы Y (разность 17...22 см), A (разность 12...16 см), B (разность 7...11 см). Эти группы являются аналогами российских полнотных групп. Для исследования компрессионного влияния корсета на пластику мужских фигур мы измерили 48 молодых людей (средний полный возраст 22 года) с помощью бодисканера Human Solutions (Германия). По согласию субъектов мы сканировали их дважды в основной антропометрической позе – без корсета и в корсете до максимального утягивания области талии, которое определяли по субъективным ощущениям каждого носчика. Корсет был изготовлен из нерастяжимого материала и имел толщину 0,32 см.

На рис. 2 (совмещенные абрисы мужской фигуры, сканированной без корсета (1) и в корсете (2): а – вид спереди, б – вид сбоку с указанием проекционных измерений, необходимых для правильной постановки ЦД в пространстве) в качестве примера влияния корсета на пластику показаны совме-

щенные абрисы сканированной фигуры типа Y/187,4-104,6-85,2, ориентированные относительно вертикальной плоскости, парал-

лельной осевой линии через центр тяжести, на расстояниях 1, 2, 3 соответственно на уровнях груди, талии и бедер.

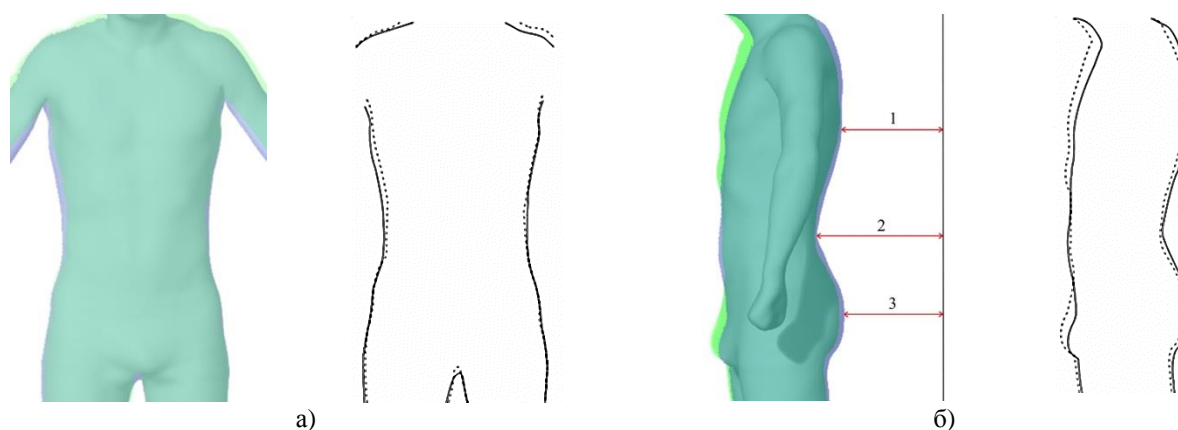


Рис. 2

Из рис. 2 видно, что под влиянием корсета происходит перемещение мягких тканей из области талии вверх и вниз, что приводит к изменению осанки, диаметров и профильного контура.

Четвертую составляющую – величину Π_4 – можно вычислить по методике кафедры КШИ ИВГПУ [6].

Таким образом, все составляющие, входящие в (1) или (2), могут быть измерены или определены экспериментально.

Особую сложность представляет алгоритм модификации исходных типовых фигур, имеющихся в библиотеке современных САПР, в аватар исторической фигуры. Для постановки ЦД типового аватара в пространстве необходимо знать координаты точек, расположенных в средней сагиттальной плоскости, и изменения положения корпуса Π_k , поперечных $d_{\text{поп}}$ и переднезадних $d_{\text{пз}}$ диаметров под влиянием корсета и положения

центра тяжести аватара. Чтобы определить координаты таких точек для типовых фигур, мы получали сечения для каждой сканированной фигуры в программе Rhinoceros, совмещали их в едином центре тяжести, а затем строили усредненные горизонтальные сечения [13]. На рис. 3 (схема усреднения горизонтальных сечений для типовой мужской фигуры Y/180 (рост) -92 ($O_{Г3}$) -84 (O_T) -95,4 (O_6) на уровне груди (а), талии (б) и бедер (в)) показаны множества совмещенных сечений на трех антропометрических уровнях, схема нахождения координат точек на пересечении лучей из центра тяжести фигуры и полученные на их основе средние обхваты для типовой фигуры. Координаты точек и величины случайных погрешностей ε определяли для доверительной вероятности 95% для объема выборки $n = 35$ фигур.

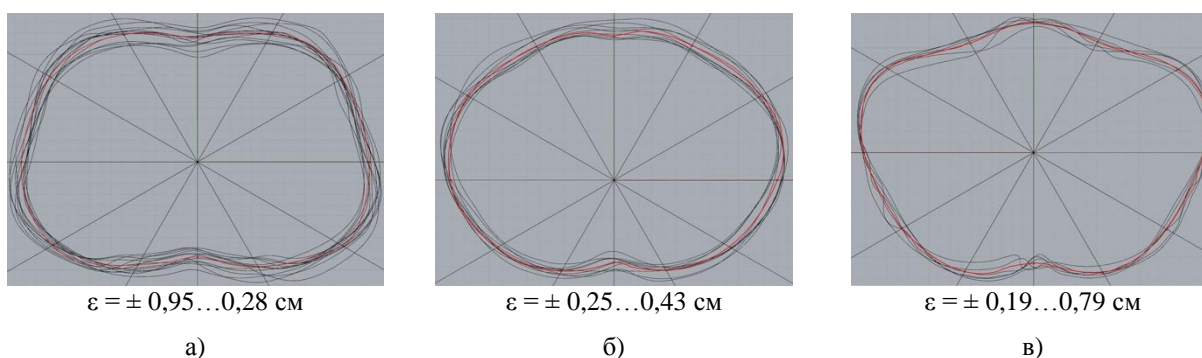


Рис. 3

Мы измеряли ΔРП для обхватов, поперечных и переднезадних диаметров на этих же уровнях и положения корпуса П_к под влиянием корсета. Результаты измерений представлены в табл. 1 (изменение обхватов муж-

ских фигур под влиянием корсета) и табл. 2 (изменение поперечных и переднезадних диаметров мужских фигур и положения корпуса под влиянием корсета).

Т а б л и ц а 1

№	Тип фигуры	Изменение размерного признака под влиянием корсета ΔРП (в числителе) и межразмерный интервал по стандарту [12] (в знаменателе), см					
		O _{г3}	значимость влияния	O _т	значимость влияния	O _б	значимость влияния
1	У	1,76 / 2	-	-1,26 / 1	+	2,65 / 0,8	+
2	А	2,33 / 2	+	-2,36 / 1	+	1,24 / 0,8	+
3	В	3,20 / 2	+	-1,13 / 1	+	0,86 / 0,7	+

Т а б л и ц а 2

Тип фигуры	Изменение диаметров ΔРП под влиянием корсета, см (в числителе – без корсета, в знаменателе – с корсетом)													
	Уровень груди O _{г3} = 92				Уровень талии O _т = 84				Уровень бедер O _б = 95,4				Положение корпуса П _к	
	d _{пол.г}		Δ		d _{пол.т}		Δ		d _{пол.б}		Δ		П _к	Δ
	d _{пол.г}	Δ	d _{пол.г}	Δ	d _{пол.т}	Δ	d _{пол.т}	Δ	d _{пол.б}	Δ	d _{пол.б}	Δ	П _к	Δ
У	<u>35,8</u>	-	<u>25,4</u>	+	<u>29,4</u>	-	<u>21,9</u>	-	<u>35,0</u>	+	<u>24,7</u>	+	<u>8,3</u>	-0,68
	36,3		25,5		29,0		22,3		35,2		25,0		7,6	
А	<u>35,0</u>	+	<u>24,6</u>	-	<u>30,4</u>	-	<u>22,9</u>	-	<u>36,0</u>	+	<u>25,4</u>	+	<u>8,4</u>	-0,62
	35,7		25,4		29,8		22,8		36,1		26,1		7,8	
В	<u>30,3</u>	+	<u>22,8</u>	+	<u>28,3</u>	-	<u>20,8</u>	-	<u>35,0</u>	+	<u>25,1</u>	+	<u>8,7</u>	-0,25
	31,7		23,8		28,6		22,5		34,7		25,6		8,5	

Из табл. 1 видно, что изменение размерных признаков под влиянием корсета в восьми случаях из девяти превышает значения межразмерных интервалов, что, безусловно, является важным для проектирования ЦД мягкотельных аватаров. Под влиянием корсета изменяются все диаметры (табл. 2) в сторону увеличения или уменьшения, причем для области талии характерно уменьшение диаметров. Зная изменения диаметров, можно произвести совмещение исходного и измененного контуров для деформации и корректировки твердотельного аватара, как показано на рис. 2-б.

Таким образом, сформированная антропометрическая база данных мужских фигур, включающая величины изменения обхватов под влиянием корсета, форму их сечений и координаты точек спинного контура, достаточна для построения ЦД и его трансформации в мягкотельный ЦД в программе CLO 4.1.

В качестве примера, иллюстрирующего возможности описанного алгоритма, рассмотрим схему получения ЦД историчес-

кой фигуры на основе анализа источников визуальной информации на рис. 4 (источники информации для вычисления размерных признаков мужской фигуры [14]: а – full-skirted coat 1740 г., б – схема чертежа).

По фотографии и чертежам был определен основной модуль, равный расстоянию между локтевой точкой свободно опущенной руки и линией притачивания юбки 5,52 см. Относительно него был определен возможный интервал ростов мужской фигуры 175...190 см.

Детали стана на рис. 4-б были ориентированы друг относительно друга таким образом, чтобы получить непрерывную линию проймы и обеспечить параллельность нитей основы на полочке, отрезных бочках и спинке [6]. После анализа чертежей конструкций с учетом толщины пакета ниже лежащих материалов Т_м и деформации фигуры корсетом (табл. 1 и 2) был определен возможный антропометрический код исторической фигуры с использованием размерных признаков и пропорциональных соотношений для современных типовых фигур

[12], [15], [16] в виде комбинации следующих размерных признаков, см: рост 175...190;

обхват груди – 94,4...96,9; обхват талии – 72,3...76,3; обхват бедер – 89,2...89,7.

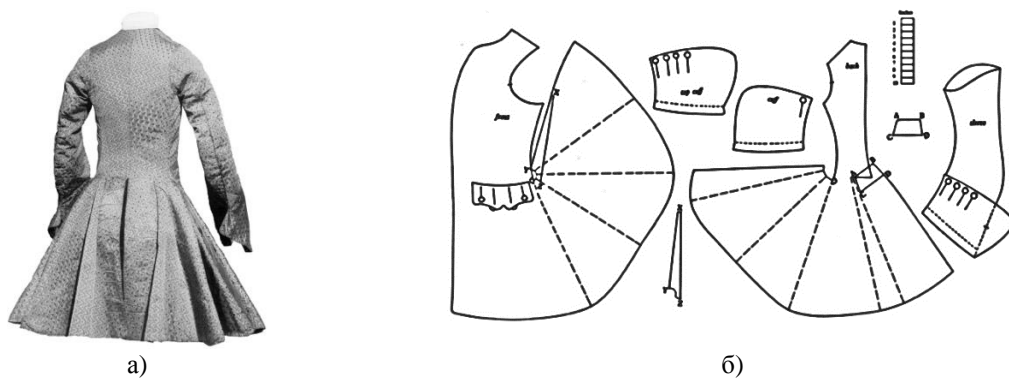


Рис. 4

По совокупности вычисленных и дополнительных размерных признаков (длина спины до талии, высота проймы сзади и их разности) методом последовательного приближения было сгенерировано несколько вир-

туальных систем, показанных на рис. 5 (варианты виртуальных систем с ЦД мужской фигуры с разным ростом, см: а – 175, б – 182, в – 190).

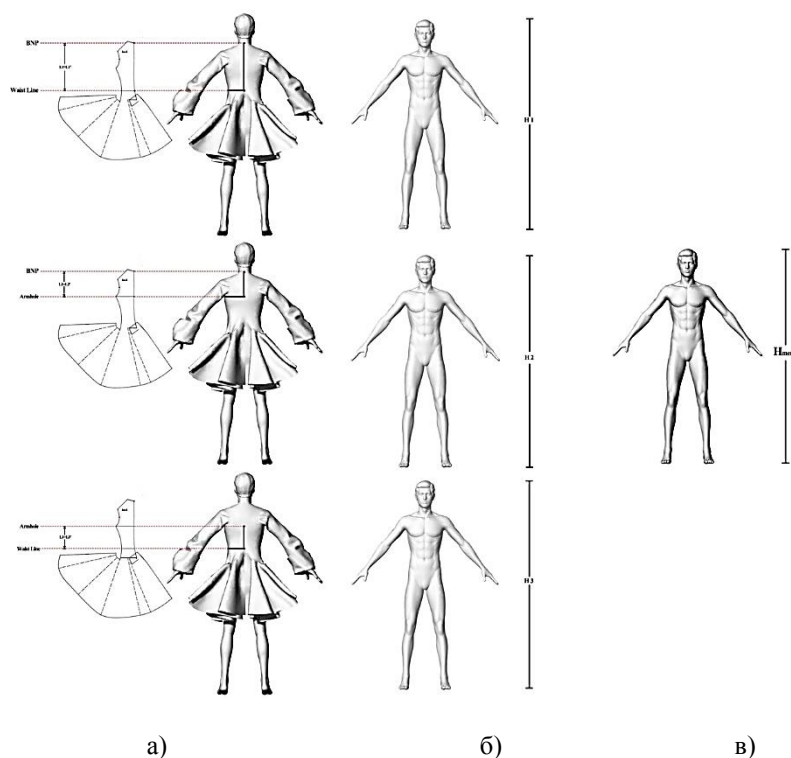


Рис. 5

Виртуальную примерку и изменение размерных признаков аватара корсетной формы проводили до тех пор, пока не было достигнуто контрольное расстояние между локтевой точкой и линией талии. Наилучшим ва-

риантом была признана виртуальная система (рис. 5-в), в которой ЦД имел размерные признаки, см: рост 181,5; обхват груди 95,5; обхват талии 74,3; обхват бедер 89,5.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм идентификации и вычисления значений размерных признаков мужских фигур, изображенных на исторических фотографиях и использованных для построения чертежей деталей. Исследованы факторы, влияющие на алгоритм вычисления размерных признаков, запроектированных в чертежах конструкций.

2. С использованием технологии бодисканирования сформирована антропометрическая база данных для преобразования твердотельных аватаров в мягкотельные цифровые манекены. База данных включает сечения груди, талии и бедер, их диаметров, величины изменений положения корпуса для типовых фигур под компрессионным влиянием корсетов.

3. Проведена реконструкция ЦД исторической фигуры на примере фотографии мужского пальто отрезного по линии талии и его чертежам, относящимся к 1740 году.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москвин А.Ю. Проектирование мужской одежды на основе ретроспективного системного анализа конструктивных решений: Дис. ... канд. техн. наук. – СПб, 2015.

2. Васильев А. Европейская мода. Три века. – М.: СЛОВО/SLOVO, 2006.

3. Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing. Edited by S.P. Ashdown. - Cambridge, England, Woodhead Publishing Textiles, 2008.

4. Свидетельство о гос. регистрации базы данных РФ № 2014620287 База данных кроя мужской одежды 19 века / А. Ю. Москвин; заявитель и правообладатель СПГУТД. – Заявл. № 2013621712 от 17.12.13; опубл. 20.03.14, официальный бюллетень "Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем". – № 3(89), 2014.

5. Васильев А. Русская мода: 150 лет в фотографиях. - М.: СЛОВО/SLOVO, 2012.

6. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Основы теории системного проектирования костюма / Под науч. ред. В. Е. Кузьмичева. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во Юрайт, 2018.

7. Kuzmichev V., Moskvina A., Surzhenko E., Moskvina M. // Computer reconstruction of 19th century trousers // International Journal of Clothing Science and Technology. – V. 29, 4, 2017. P.594...606.

8. Kuzmichev V., Moskvina A., Moskvina M., Pryor J. Research on 3D reconstruction of Late Victorian riding skirts // AUTECH Research Journal. – V.18, № 3, 2017.

9. Kuzmichev V., Moskvina A., Moskvina M. Virtual Reconstruction of Historical Men's Suit // AUTECH Research Journal. – 2018.

10. Полный академический курс кройки мужского платья Первого Вспомогательного Общества С.-Петербургских Закройщиков. Координатная система. Руководство для преподавания при Академических курсах кройки Общества и для самообучения, выработана Наблюдательным Комитетом. Ч.1. – СПб.: Тип. Т-ва Р. Голике и А. Вильборг, 1906.

11. Красавец-мужчина. Русский модник середины - начала века / Авт.-сост. Н.М. Виноградова. – М.: Исторический музей, 2017.

12. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China 2008 National Standards of People's Republic of China: Standard sizing systems for garments-Men (China: Standards Press of China) 1-36.

13. Кузьмичев В.Е. Бодисканеры и одежда: новые технологии проектирования одежды. – Саарбрюкен, LAMBERT Academic Publishing (Германия), 2012.

14. Waugh N. The cut of men's clothes 1600-1900. – New York: Theatre Art Books, 1964. P. 52...150.

15. ГОСТ Р 52774–2007. Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды.

16. ОСТ 17-325–86. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Фигуры мужчин типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.; ЦНИИТЭИлегпром, 1987.

REFERENCES

1. Moskvina A.Yu. Proektirovanie muzhskoy odezhdy na osnove retrospektivnogo sistemnogo analiza konstruktivnykh resheniy: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – SPb, 2015.

2. Vasil'ev A. Evropeyskaya moda. Tri veka. – M.: SLOVO/SLOVO, 2006.

3. Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing. Edited by S.P. Ashdown. - Cambridge, England, Woodhead Publishing Textiles, 2008.

4. Svidetel'stvo o gos. registratsii bazy dannykh RF № 2014620287 Baza dannykh kroya muzhskoy odezhdy 19 veka / A. Yu. Moskvina; zayavitel' i pravoobladatel' SPGUTD. – Zayavl. № 2013621712 ot 17.12.13; opubl. 20.03.14, ofitsial'nyy byulleten' "Programmy dlya EVM. Bazy dannykh. Topologii integral'nykh mikroskhem". – № 3(89), 2014.

5. Vasil'ev A. Russkaya moda: 150 let v fotografiyakh. - M.: SLOVO/SLOVO, 2012.

6. Kuz'michev V.E., Akhmedulova N.I., Yudina L.P. Osnovy teorii sistemnogo proektirovaniya kostyuma / Pod nauch. red. V. E. Kuz'micheva. – 3-e izd., ispr. i dop. – M. : Izd-vo Yurayt, 2018.

7. Kuzmichev V., Moskvina A., Surzhenko E., Moskvina M. // Computer reconstruction of 19th century trousers // International Journal of Clothing Science and Technology. – V. 29, 4, 2017. P.594...606.

8. Kuzmichev V., Moskvina A., Moskvina M., Pryor J. Research on 3D reconstruction of Late Victorian riding skirts // AUTEX Research Journal. – V.18, № 3, 2017.
9. Kuzmichev V., Moskvina A., Moskvina M. Virtual Reconstruction of Historical Men's Suit // AUTEX Research Journal. – 2018.
10. Polnyy akademicheskii kurs kroyki muzhskogo plat'ya Pervogo Vspomogatel'nogo Obshchestva S.-Peterburgskikh Zakroyshchikov. Koordinatnaya sistema. Rukovodstvo dlya prepodavaniya pri Akademicheskikh kursakh kroyki Obshchestva i dlya samoobucheniya, vyrabotana Nablyudatel'nym Komitetom. Ch. 1. – SPb.: Tip. T-va R. Golike i A. Vil'borg, 1906.
11. Krasavets-muzhchina. Russkiy modnik serediny - nachala veka / Avt.-sost. N.M. Vinogradova. – M.: Istoricheskiy muzey, 2017.
12. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China 2008 National Standards of People's Republic of China: Standard sizing systems for garments-Men (China: Standards Press of China) 1-36.
13. Kuz'michev V.E. Bodiskanery i odezhda: novye tekhnologii proektirovaniya odezhdy. – Saarbrücken, LAMBERT Academic Publishing (Germaniya), 2012.
14. Waugh N. The cut of men's clothes 1600-1900. – New York: Theatre Art Books, 1964. P. 52...150.
15. GOST R 52774–2007. Klassifikatsiya tipovykh figur muzhchin po rostam, razmeram i polnotnym grup-pam dlya proektirovaniya odezhdy.
16. OST 17-325–86. Izdeliya shveynye, trikota-zhnye, mekhovye. Figury muzhchin tipovye. Razmer-nye priznaki dlya proektirovaniya odezhdy. – M.; TsNIITEIlegprom, 1987.
- Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 24.12.18.
-