

УДК 687.02
DOI 10.47367/0021-3497_2022_5_200

**ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ
ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА
ИСТОРИЧЕСКОГО КОСТЮМНОГО КОМПЛЕКСА***

**PARAMETRIC GENERATING
OF THE DIGITAL TWIN OF THE
HISTORICAL COSTUME**

В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, Н.А. САХАРОВА, Т.Н. ГРИЩЕНКО

V.E. KUZMICHEV, N.A. SAKHAROVA, T.N. GRISHCHENKO

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: wkd37@list.ru, natal_77@bk.ru, nika_93@list.ru

Виртуальная реконструкция объектов культурного наследия, к которым относится исторический костюм, становится популярной в условиях глобализации и информатизации современного российского общества и формирования государственного каталога музейного фонда Российской Федерации на платформах виртуальной и дополненной реальности. В работе представлены результаты генерирования цифрового двойника исторического костюмного комплекса "парочка" из села Шекиново территории Гавриловского Посада прежде Владимирской губернии (ныне Гаврилов Посад Ивановской области), атрибутированного концом XIX века и состоящего из приталенного жакета типа "казак" на подкладке, и платья, изготовленного из

* Авторы выражают благодарность сотрудникам муниципального казенного учреждения "Гаврилово-Посадский краеведческий музей" за предоставленную возможность работы с аутентичным костюмным комплексом (<https://gposadmuseum.ru/>).

ситца красного цвета с цветочным рисунком. Разработана методика реконструкции исторического комплекса в виртуальной среде и проведена оценка качества виртуальной реконструкции. Методика учитывает толщину пакетов и расположение материалов на поверхности фигуры, включает реконструкцию основных размерных признаков исторической фигуры и разверток деталей одежды и применение количественных критериев для оценки соответствия художественных и конструктивно-технологических решений виртуального двойника реальному аутентичному прототипу из фонда Гаврилово-Посадского краеведческого музея.

Virtual reconstruction of cultural heritage, which include the historical costume, is becoming popular in the context of globalization and informatization of modern Russian society and the formation of the State Catalog of the Museum Fund of the Russian Federation on virtual and augmented reality platforms. The paper presents the results of generating a digital twin of the historical costume complex "parochka" from the Shekshovo village near the Gavrilovsky Posad of the former Vladimir province (now Gavrilov Posad of the Ivanovo region), attributed to the end of the XIX century and consisting of the fitted jacket "cossack" type on the lining and the dress made of red calico with a floral pattern. A method of reconstruction of the historical complex in virtual environment has been developed and the validation of the virtual reconstruction quality has been carried out. The methodology takes into account the thickness of the layers and the location of textile materials on the body surface, includes the reconstruction of the main dimensions of historical body and the flattened clothing parts and the use of quantitative criteria to assess the compliance of artistic, structural and technological solutions of the virtual twin with a real authentic prototype from the fund of the Gavrilovo-Posad Museum of Local Lore.

Ключевые слова: исторический костюм, Гаврилов-Посад, Ивановская область, цифровой двойник, государственный каталог музейного фонда Российской Федерации, айтрекинг.

Keywords: historical costume, Gavrilov Posad, Ivanovo region, digital twin, State Catalog of the Museum Fund of the Russian Federation, eye tracking.

Введение в культурный оборот огромного количества объектов исторических артефактов, восстановление прежде утрачиваемых связей между поколениями и сохранение исторических и национально-культурных традиций стало возможным благодаря современным информационным технологиям. Выполняемая российскими музеями программа по формированию государственного каталога музейного фонда Российской Федерации включает оцифровывание всех экспонатов, находящихся в экспозициях и пока закрытых для посетителей фондах, значительно расширяет культурную базу и создает условия для более

глубоких исследований в разных направлениях [1]. Самым узнаваемым символом малой родины в многонациональной России является костюм с его символикой, культурными кодами и особыми признаками объемно-пространственной формы. Фонды музеев Ивановской области содержат огромное количество исторических костюмных комплексов (ИКК), которые пока не все доступны для обозрения. Расширение доступности исторических артефактов важно именно сейчас в связи с развитием внутреннего туризма в Ивановской области в формате туристско-рекреационного кластера РФ, реализацией проекта "Золотое

кольцо России", перераспределением секторов промышленного производства и формирования имиджа Ивановской области как уникального центра фабрично-равнинной цивилизации [2], [3]. Реконструкция исторического костюма является актуальным направлением деятельности, основу которой составляют результаты мультидисциплинарных исследований в областях конструирования и технологии швейных изделий, текстильного материаловедения, искусствоведения, истории костюма.

ИКК является сложной системой культурных кодов, материализованных под влиянием социокультурных факторов. Понятие "исторический костюмный комплекс" распространяется на материальные объекты, содержащие информацию об использованных художественных и конструкторско-технологических решениях и сформировавших их этническую уникальность: предметы одежды, аутентичные детали и схемы кроя, фотографии, рисунки [4], [5].

Оцифровывание плоских музейных экспонатов (произведений живописи, графики, фотографии, тканей, прикладного искусства и др.) и трехмерных твердотельных объектов (скульптуры, археологических находок, предметов быта и др.) с использованием технологий сканирования не представляет больших сложностей ввиду стабильности их формы. Особую сложность представляет перевод в виртуальную трехмерную среду исторической одежды, поскольку ее окончательная объемно-пространственная форма и целостность восприятия зависят от размеров, пластики и морфологии человеческой фигуры, манеры ношения. Опубликованные источники не содержат методик количественного описания формы и конструкции ИКК: в основном информация представлена в виде аутентичных масштабированных схем кроя, описания внешнего вида и графического контента [6...10]. Результаты проведенного патентного поиска в открытых базах ФИПС [11], espacenet [12], uspto [13], cipo [14], kipo [15] подтвердили, что большая часть регистрируемых результатов интеллектуальной деятельности в области реконструкции исторического костюма позиционирует его

как 2D-объект с ограниченным количеством признаков внешней формы и конструктивных особенностей.

Для точного воссоздания ИКК в 3D-среде необходима расширенная база данных, позволяющая адаптировать морфологию и антропометрию аватара под параметры фигур рассматриваемого временного периода, точно передавать свойства материалов и пакета, технологию сборки деталей и узлов, элементы отделки и декора [16], [17]. Конечно, воспроизвести эти условия в настоящее время невозможно без технологий виртуальной симуляции, искусственного интеллекта и новых баз данных. Цифровые технологии позволят повысить доступность и увеличить зону распространения исторического костюма за счет генерирования 3D-реплик в виртуальной среде и формирования экспозиций нового формата на базе платформ AR/VR [6], [7].

В настоящей работе поставлена цель разработки методики генерирования цифровых двойников на примере бытовавших на территории Гавриловского Посада Владимирской губернии (ныне Гаврилов Посад Ивановской области) ИКК с учетом реконструкции и формализации зависимостей, существовавших в реальной системе "человек – одежда" и их использовании при генерировании виртуальной системы "аватар человека – цифровая одежда".

В качестве объекта исследования выбран женский ИКК из села Шекшово, атрибутированный концом XIX века и состоящий из приталенного жакета типа "казак" на подкладке и платья из ситца красного цвета с цветочным рисунком. Такой комплекс, называемый "парочкой", появился в результате синтеза деревенского и городского костюмов, что характерно для рассматриваемой территории (рис.1). Уникальность этой территории составляют ее историческая дворцовая принадлежность русским царям, расположение на торговых путях, соединяющих Владимир, Нижний Новгород, Москву, Иваново-Вознесенск и другие города, и преимущественное преобладание свободных землепашцев и купцов, торговавших по всей России.



Рис.1

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

- выполнена параметризация художественно-конструктивного решения реального ИКК;
- получены аутентичные развертки чертежей деталей жакета и платья;
- восстановлены основные размерные признаки исторической фигуры;
- сгенерирован 3D-цифровой двойник;
- выполнено сравнение цифрового двойника с ИКК.

Методы выполнения работы включали восстановление чертежей модельных конструкций деталей ИКК методом линий развертывания; реконструкцию размерных признаков фигуры по чертежам деталей; моделирование процесса формообразования ИКК путем изучения особенностей взаимодействия фигуры и чертежей деталей и их расположения на поверхности фигуры; учет показателей свойств материалов, состава и толщины пакета, методов соединения деталей. Для параметризации ИКК и генерирования цифрового двойника использованы программное обеспечение CLO3D, CorelDraw X8, чертежные и портновские принадлежности, фотоаппарат Canon EOS 250D Kit.

Реконструируемый ИКК имеет следующие художественно-конструктивные особенности.

Жакет "казак" характеризуется плотно прилегающим силуэтом, расположением линии низа между уровнями талии и бедер фигуры, скрытую под декоративной деталью центральную бортовую застежку на 7 пуговиц и 7 обметанных петель.

Перед имеет две талиевые вытачки. Первая вытачка направлена к центру грудных желез, а вторая вытачка направлена к нижней точке проймы. Боковой шов смещен в сторону спинки. На правую часть переда настроена декоративная отделочная деталь, которая застегивается слева на металлические крючки и петли на уровне линии талии и ниже плечевого шва. Отделочная деталь переда состоит из двух частей разной формы: верхней фигурной и нижней прямоугольной. На нижней части расположены сборки по линии талии и верхнему краю. По контурам обеих частей отделочной детали настроена декоративная тесьма.

Спинка имеет средний шов и два рельефных шва с сильным расширением ниже талии к низу по типу годе.

Рукав "окорок", втачной двухшовный повторяет анатомический изгиб руки между плечом и предплечьем.

Воротник-стойка имеет высоту 2 см, застегивается на одну пуговицу и одну обметанную петлю.

Платье имеет трапециевидный силуэт и застегивается посередине детали кокетки переда. Линия горловины круглая. Кокетка переда расположена на уровне груди. Спинка имеет рельефные вертикальные швы из линии проймы и шов по линии талии.

Юбки переда и спинки имеют прямоугольную форму, со сборками вдоль швов притачивания к переду и спинке. Юбка спинки имеет плотные складки "грибчатка". В боковых швах закреплены тесемки, завязывающиеся спереди.

ИКК изготовлен из ситца с мелким цветочным рисунком. Толщина материалов 0,1...0,2 см.

Реконструкция чертежей деталей

Для получения разверток деталей определяли направление в них нити основы и параллельно измеряли все детали таким образом, чтобы в дальнейшем можно было расположить их в базисной сетке чертежа и найти координаты реперных (угловых) точек деталей [16] подобно антропометрической сети фигуры [17].

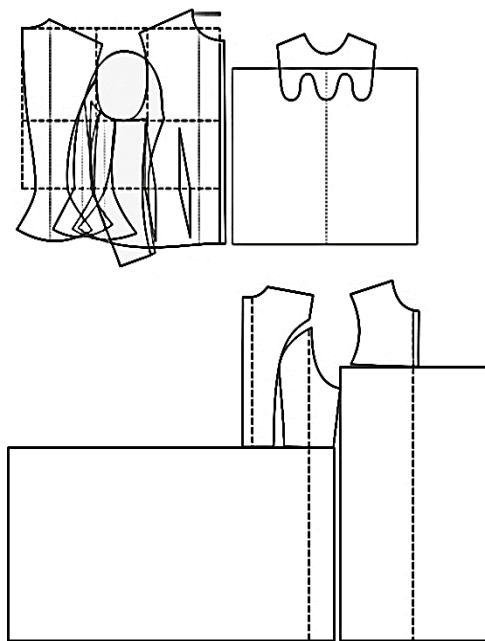


Рис. 2

Построение начинали с детали переда, которую укладывали на плоскость чертежа согласно направлению нити основы ткани и определяли координаты ее опорных точек. Затем последовательно с соблюдением направления нити основы укладывали боковые и центральную части спинки, обеспечивая непрерывность линии проймы. После измерений вертикальных и горизонтальных величин воспроизводили контурные линии деталей. На рис.2 представлены реконструированные детали кроя жакета и платья, которые являются основой для виртуального проектирования и генерирования цифрового двойника ИКК.

Реконструкция технологии соединения и формообразования

Детали из основного материала и детали из подкладочного материала в ИКК идентичны друг другу, но выкроены из разных

материалов. Форма годе в нижней части жакета получена за счет использования жесткой бортовой льняной ткани, расположенной между деталями из основного и подкладочного материалов. Рукава, соединенные с подкладкой, втачаны в закрытую пройму с формированием сборки по окату. Особенности ИКК являются использованием в платье частых складок (грибатки) [18] и сочетание ручных и машинных строчек. Прикрепление декоративных элементов (декоративной тесьмы контрастного цвета, бантов, хлопчатобумажного кружева), выполнение грибатки, обметывание петель и некоторых сложных стачивающих операций выполнены вручную.

Состав пакета материалов и расположение дополнительных слоев составили базу данных для выбора показателей свойств цифровых двойников материалов и элементов, которые необходимы в виртуальной среде для увеличения показателей жесткости и симуляции дублирования.

Реконструкция размерных признаков фигуры

Размерные признаки исторической женской фигуры, на которую был сконструирован ИКК, были восстановлены на основе следующих измерений жакета по аналогии со схемой, использованной для реконструкции мужской одежды [19]:

1) ширины стана вдоль линий $O_{ГЗ}$ и O_T с учетом прибавок на толщину пакета материалов ($P_{ТМ}$) и свободу движения;

2) размеров участков с нулевой или известной прибавкой на толщину материалов $P_{ТМ}$: длины горловины, равной ($O_{Ш} + P_{ТМ}$) и длины спинки до линии талии, равной ($D_{ТС} - P_{ДТС}$), где $P_{ДТС}$ – прибавка к размерному признаку "Длина спины до талии".

Для вычисления прибавок использовали графоаналитический метод. Прибавки на толщину пакета материалов вдоль линий $O_{ГЗ}$, O_T , $O_Б$, $O_{Ш}$ и размерные признаки исторической фигуры определяли по формулам:

$$P_{ТМ} = 3,14t_{М}, \quad (1)$$

$$P_{П} = I_{ИКК} - P_{ТМ}, \quad (2)$$

где t_m – толщина материала или пакета материалов, см; РП – размерный признак исторической фигуры, см; И_{ИКК} – результат измерения в ИКК, см.

На рис. 3 приведена структура пакета материалов на горизонтальных сечениях и вертикальном саггитальном сечении. Результаты измерений на уровнях Ош, Ог и От приведены в табл.1 в соответствии с рис.3. Из-за различного состава пакета материалов спереди и сзади фигуры значения P_{tm} , рассчитанные по формуле (1), различны, что отражено в табл.1.

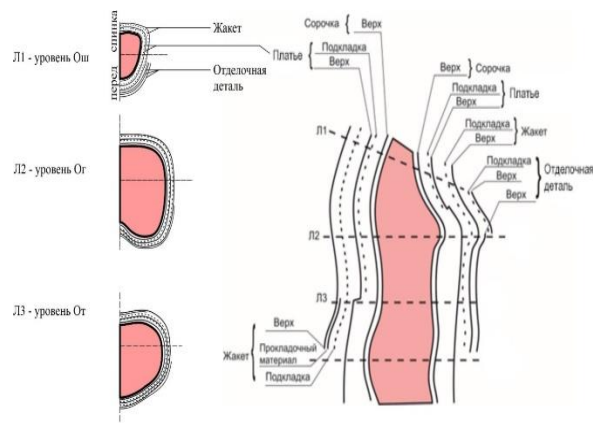


Рис. 3

Таблица 1

Участок (рис.3)	Деталь	Величина P_{tm} , см	Наименование размерного признака	Измерения ИКК, см	Размерный признак исторической фигуры РП, см
Л1	Спинка Перед	1,4 2,0	Обхват шеи Ош	33	30,2
Л2	Спинка Перед	1,4 1,4	Обхват груди Ог	88	85,2
Л3	Спинка Перед	1,6 1,4	Обхват талии От	79	76
			Длина спины до талии Дтс	32,5	

На фотографических изображениях платья и ИКК на манекене с обхватом груди 84 см, которые были приведен к одному масштабу, нанесены основные конструктивные уровни ИКК (груди, талии и через шейные точки сбоку и спереди), показанные на рис. 3 в виде сплошных линий. Относительно этих уровней были позиционированы разные варианты фигур и выбрана женская фигура, у которой расположение антропометрических уровней (пунктирные линии) совпадает с конструктивными уровнями, как и на манекене, за исключением уровня линии талии, которая в ИКК завышена: так был сформирован принцип определения ближайшего исторического аналога.

Размерный вариант исторической фигуры определяли, ориентируясь на значения прибавок и размерные признаки типо-

вой фигуры согласно ГОСТ 17522–72 [20]. Размерные признаки исторической фигуры, для которой был предназначен ИКК, приведены в табл.2.



Рис. 4

№	Наименование и символ размерного признака	Результаты измерения жакета		Значение размерного признака ближайшей типовой фигуры		Прибавки П к размерным признакам, см
		исходные	за вычетом Птм			
1	Рост Р	-		155		
2	Обхват шеи Ош	33,0	30,2	34,0	34,3	-1
3	Обхват груди Ог	88,0	85,2	80,0	82,0	6 - 8
4	Обхват талии От	79,0	76	62,5	64,4	4,6 - 6,5
5	Обхват бедер Об			86,0	88,0	
6	Длина спины до талии Дтс	32,3		35,9	36,0	-3,7
7	Ширина плечевого ската Шп	12,5		12,1	12,2	0,3 - 0,4
8	Ширина груди Шг	30,0		29,8	30,0	0,2
9	Ширина спины Шс	29,6		32,6	33,5	-3

Генерирование цифрового двойника ИКК

Значения размерных признаков исторической фигуры после их редактирования с учетом данных табл.2 были использованы для генерирования аватара в программе трехмерного проектирования CLO3D. Развертки деталей ИКК были оцифрованы и импортированы в программу. Виртуальное сшивание на аватаре осуществляли полойно: сначала сшивали платье, а затем жакет. Для жакета дополнительно имитировали внутренний слой подкладки. Участок жакета от линии талии до линии низа дополнительно дублировали для обеспечения лучшего формообразования. В качестве цифрового двойника исторического ситца использовали Muslin_28x36: волокнистый состав 100% хлопок, поверхностная плотность 137 г/м², толщиной 0,1 см. Для проверки соразмерности виртуальных чертежей аватару фигуры использовали метод кафедры КШИ [21]. Генерирование цифрового двойника ИКК выполнено с размером ячейки сетки mesh 5. После сшивания виртуальных деталей (лекал) на них был наложен рисунок, полученный путем фотографирования фрагмента ткани аутентичного материального ИКК (рис. 5). Разработка

3D-модели выполнена аспирантом кафедры КШИ Суровой М.А.



а)

б)

Рис. 5

Валидация цифрового двойника

Валидацию цифрового двойника ИКК, т.е. проверки идентичности его внешнего вида историческому прототипу, проводили дважды: графическим методом и с помощью экспертного сенсорного анализа.

Для валидации цифрового двойника графическим методом было выполнено масштабирование изображений ИКК и цифрового двойника путем их приведения к одному размеру и совмещения фронтальных проекций (рис. 5). После совмещения видны некоторые отличия между контурами. Одной из причин расхождения является особенность и ресурсы программы

CLO3D: в программе детали одежды соединяют встык, а такая схема не учитывает изгиб ткани в местах соединения, характерного для всех швов ИКК. Во-вторых, наличие шва изменяет жесткость конструктивного участка. Хотя при генерировании цифрового двойника искусственно повышали жесткость в местах соединения с помощью инструментов SeamTaping и Bond, но повторить технологию исторической обработки не представилось возможным ввиду неопределенности конечных условий. В-третьих, качество визуализации во многом определяется идентичностью показателей свойств цифровых материалов из библиотеки программы и реальных материалов, которые отличаются от исторических тканей ввиду необратимых изменений во время длительного хранения и которые невозможно точно параметризовать. В-четвертых, на реалистичность реконструкции также влияет параметр коллизии (в данном исследовании он был равным 0), а также размер сетки меша. В-пятых, в программе симуляции заложена линейная пропорциональная зависимость между усилием растяжения и деформацией цифрового материала, однако для реальных тканей характерны нелинейные зависимости и явление остаточных деформаций. Несмотря на перечисленные причины видимых на рис.5 несоответствий, в целом цифровой двойник ИКК имеет схожую объемно-пространственную форму на фронтальной проекции.

Вторая оценка для проверки соответствия внешнего вида сгенерированного цифрового двойника реальному ИКК была получена с использованием экспертного нейropsихического метода по технологии eye-tracking на приборе Tobii [22]. Комплект Tobii Pro Glasses 2 Live View 50 включает в себя переносной трекер Tobii Pro, очки Tobii Pro Glasses 2 и программное обеспечение, позволяющее в режиме реального времени обозначить зоны внимания привлеченных экспертов, определить различия между аналогичными объектами – материальным ИКК при естественном освещении и его цифровым двойником на нейтральном фоне. В эксперименте участвовали 10 экспертов, а перед началом экс-

перимента каждому эксперту подробно объяснено задание [3]. На одинаковом фоне экрана монитора были спроецированы аутентичный ИКК и его цифровой двойник (рис. 5-а). Показателем оценки была тепловая карта, представляющая собой набор цветных пятен зеленого, желтого и красного цвета на поверхности изображения, на которые эксперт смотрел: зеленый цветом определяет наименее просматриваемые зоны, красный – зоны повышенного интереса (рис. 5-б).

На рис.5-б видно, что топография тепловых карт для обоих объектов одинакова. Результаты эксперимента при необходимой согласованности мнения экспертов (расчетный коэффициент конкордации $W_{расч}=0,7$ больше табличного значения $W=0,6$) показали, что зоны наибольшего внимания расположены на отделочной детали переда в области талии.

Таким образом, результаты оценки подтвердили возможность виртуальной визуализации исторических костюмных комплексов за счет формирования необходимой и достаточной базы данных.

ВЫВОДЫ

1. Изучены особенности художественного и конструктивно-технологического решения женского исторического костюмного комплекса "парочка" конца XIX века из села Шекшово Гаврилово-Посадского района Ивановской области. Сформирована база данных, необходимых для его виртуальной симуляции.

2. Сгенерирован цифровой двойник женского исторического костюмного комплекса.

3. Разработана методика получения трехмерных цифровых двойников исторических костюмных комплексов, использующая в качестве исходных данных толщину пакетов материалов и их расположение на поверхности фигуры, величины конструктивных прибавок, реконструированные развертки деталей одежды, основные размерные признаки исторической фигуры и средства для оценки соответствия художественных и конструктивно-технологичес-

ких решений виртуального двойника реальному аутентичному прототипу.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСКАТАЛОГ.РФ [Электронный ресурс] URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/>
2. Иваново – центр равнинно-фабричной цивилизации [Электронный ресурс] URL: <https://strelkamag.com/ru/article/ivanovo-ru>
3. Разработка методики прогнозирования внешнего вида женских блузок [Электронный ресурс] URL: <https://ds.ivgpu.com/dissertations/87>
4. Пармон Ф.М. Русский народный костюм как художественно-конструкторский источник творчества. – М.: Легпромиздат, 1994.
5. Васильев А.А. Европейская мода. Три века. – М.: СЛОВО/SLOVO, 2006.
6. Kuzmichev V., Moskvina A., Surzhenko E., Moskvina M. Computer reconstruction of 19th century trousers // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2017, 29 (4). P.594...606.
7. Москвин А.Ю. Разработка информационного проектирования одежды с историческим кроем // Интернет-журнал "Науковедение". – 2014, №2 (21). Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/16TVN214.pdf>, свободный.
8. Кузьмичев В.Е., Сахарова Н.А., Корнилович А.В. и др. Проектирование цифровых двойников исторических систем // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 6. С. 9...15.
9. Москвин А.Ю. Свидетельство о гос. регистрации базы данных РФ № 2017621044 База данных кроя женской одежды 19 века // официальный бюллетень "Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем". правообладатель СПГУТД. – Заявл. № 2017620767 от 18.07.17
10. Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing. Edited by S.P. Ashdown. – Cambridge, England, Woodhead Publishing Textiles, 2008.
11. ФИПС [Электронный ресурс] URL: <https://www.fips.ru/>
12. Espacenet [Электронный ресурс] URL: <https://worldwide.espacenet.com/>
13. Uspto [Электронный ресурс] URL: <https://www.uspto.gov/>
14. Cipo [Электронный ресурс] URL: <https://ic.gc.ca/eic/site/cipoInternet-Internetopic.nsf/eng/Home>
15. Kipo [Электронный ресурс] URL: <https://www.kipo.go.kr/en/MainApp?c=1000>
16. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Основы теории системного проектирования костюма. – М.: Изд-во Юрайт, 2018.
17. ЦОТШЛ. Единый метод конструирования женской одежды, изготавливаемой по индивидуальным заказам населения на фигуры различных типов телосложения. Основы конструирования плечевых изделий. Часть I. – М.: ЦБИТИ, 1982.

18. Национальный туристический портал [Электронный ресурс] URL: <https://russia.travel>

19. Чжан Ш., Кузьмичев В.Е. Получение цифровых двойников мужских фигур по изображениям и чертежам конструкций исторической одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №2. С.106...113.

20. ГОСТ 17522–72. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды (с Изменением №1).

21. Ся П., Кузьмичев В.Е. Прогнозирование качества чертежей на виртуальных двойниках женских фигур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №4. С.121...127.

REFERENCES

1. GOSKATALOG.RF [Electronic resource] URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/>
2. Ivanovo is the center of plain-factory civilization [Electronic resource] URL: <https://strelkamag.com/ru/article/ivanovo-ru>
3. Development of method of women blouses outlook predicting [Electronic resource] URL: <https://ds.ivgpu.com/dissertations/87>
4. Parmon F.M. Russian folk costume as an artistic and design source of creativity. – М.: Legpromizdat, 1994.
5. Vassiliev A.A. European Fashion. Three centuries. – М.: СЛОВО/SLOVO, 2006.
6. Kuzmichev V., Moskvina A., Surzhenko E., Moskvina M. // Computer reconstruction of 19th century trousers // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2017, 29 (4). P.594...606.
7. Moskvina A. Development of information design of clothing with historical cut // Online-journal "NAYKOVEDENIYE". – 2014, №2 (21). Access: <http://naukovedenie.ru/PDF/16TVN214.pdf>.
8. Kuzmichev V.E., Sakharova N.A., Kornilovich A.V. et al Designing the digital twins of historical "figure - suit" systems // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 6. С. 9...15.
9. Moskvina A. Certificate of state registration of the database of the Russian Federation No. 2017621044 Database of women's clothing of the 19th century//official bulletin "Programs for computers. Databases. Integrated Circuit Topologies." Image copyright SPGUTD. – Stated. № 2017620767 от 18.07.17
10. Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing. Edited by S.P. Ashdown. - Cambridge, England, Woodhead Publishing Textiles, 2008.
11. FIPS [Electronic resource] URL: <https://www.fips.ru/>
12. Espacenet [Electronic resource] URL: <https://worldwide.espacenet.com/>
13. Uspto [Electronic resource] URL: <https://www.uspto.gov/>
14. Cipo [Electronic resource] URL: <https://ic.gc.ca/eic/site/cipoInternet-Internetopic.nsf/eng/Home>

15. Kipo [Electronic resource] URL: <https://www.kipo.go.kr/en/MainApp?c=1000>
16. Kuzmichev V.E., Ahmedulova N.I., Udina L.P. The theoretical principles of systematic clothing design. – M., Publishing House Uright, 2018.
17. COTSHL. Universal method of women's clothing pattern making made according to individual orders of the consumers for bodies with different morphology. The basic of shoulder clothing pattern making. Part I. – M.: CBTI, 1982
18. National touristic portal [Electronic resource] URL: <https://russia.travel>
19. Zhang Sh., 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. P.106...113.
20. GOST 17522-72 Typical female bodies. Body sizes for clothing design (с Изменением №1)
21. Xia P., Kuzmichev V.E. Prediction of clothing fit by means of digital twin of female bodies // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №4. С.121...127.
- Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 23.08.22.
-