

УДК 687.01

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ
ИСТОРИЧЕСКИХ СИСТЕМ "ФИГУРА - КОСТЮМ"***

**DESIGNING THE DIGITAL TWINS
OF HISTORICAL "FIGURE - SUIT" SYSTEMS**

*В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, Н.А. САХАРОВА, А.В. КОРНИЛОВИЧ, ЧЖАН ШИЧАО, М.А. МОСКВИНА,
А.Ю. МОСКВИН, Д.Л. ОРЛОВ, Г.А. КАРЕВА, Д.С. АДЛЬФ*

*V.E. KUZMICHYEV, N.A. SAKHAROVA, A.V. KORNILOVICH, ZHANG SHICHAO, M.A. MOSKVINA,
A.YU. MOSKVIN, D.L. ORLOV, G.A. KAREVA, D.C. ADOLPHE*

**(Ивановский государственный политехнический университет,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
Ивановский государственный историко-краеведческий музей им. Д.Г.Бурылина,
Университет Верхнего Эльзаса, ENSISA, Франция)**

**(Ivanovo State Polytechnical University,
Sankt-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,
Ivanovo State Museum of Local History named after D. G. Burylin,
Haute-Alsace University, ENSISA, France)**

E-mail: wkd37@list.ru; nata1_77@bk.ru; ankorn-kshi@mail.ru; 569642835@qq.com; petrushenkoma@yandex.ru ;
lelikn2@mail.ru; dimaus747@yandex.ru; galina_kareva10@mail.ru; dominique.adolphe@uha.fr

Рассмотрены факторы, под влиянием которых цифровизация исторического костюма качественно меняет масштабы его использования в социокультурном пространстве. Приведены примеры разнообразных подходов к

* 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).

получению цифровых двойников исторических костюмов с использованием существующего оборудования и компьютерных технологий. Показаны преимущества технологии реверсивного инжиниринга, достигаемые на основе формирования новых баз знаний о текстильных материалах, чертежах деталей, конструкции и структуре костюмов и применения систем автоматизированного проектирования и компьютерно-графических пакетов. Показан пример генерирования цифровых двойников мужского и женского костюмов по русскому лубку "Карлик и карлица", датированного второй половиной XVIII века.

The article explores the factors due to the numerical digitalization of historical costume is greatly spreading and shearing in contemporary cultural society. Different approaches of historical costume digital twin generating in terms of contemporary instruments and IT were considered. The advantages of reverse engineering technology which can be achieved by applying new data bases about textile materials, sewing patterns, construction, and structure of historical costume and using CAD and computer-graphics software were shown. Digital twins of men and women historical costumes from Russian lubok "Nanus man and nanus woman" of the half part of the XVIII century were generated.

Ключевые слова: исторический костюм, цифровой двойник, фигура, реверсивный инжиниринг, русский лубок.

Keywords: historical costume, digital twin, textile material, human body, reverse engineering, Russian lubok.

Исторический костюм является важным элементом культурного наследия, этническим, религиозным, территориальным, национальным индикатором общества [1]. Изучение исторического костюма с применением научной и инженерной методологии обеспечивает элементный базис для разработки художественно-конструктивных решений современной одежды. Исторический костюм играет важную роль в формировании культурной идентичности. В 2018 г., который был объявлен в Европе годом культурного наследия и в котором приняли участие 37 стран, был проявлен высокий интерес к историческому костюму [2].

Использование исторического костюма в культурном и научном обороте сопряжено с рядом проблем:

- 1) проведение выставок связано со значительными материальными затратами;
- 2) традиционные экспозиции костюмов демонстрируют зрителю внешний вид одежды и не позволяют увидеть сложное с инженерной точки зрения внутреннее конструк-

тивное устройство, без знания которого невозможно полноценное восприятие исторического костюма как объекта художественного и инженерного творчества;

3) исторические костюмы, изготовленные из натуральных текстильных материалов, подвержены старению. Музейные фонды содержат экспонаты, которые недоступны для зрителей ввиду ветхого или фрагментарного состояния;

4) единственным источником информации об утраченных исторических костюмах являются их 2D-изображения (картины, гравюры, фотографии), количество которых неизмеримо больше по сравнению с сохранившимися материальными объектами. Однако 2D-изображения менее информативны, чем трехмерные прототипы.

Данные проблемы могут быть решены за счет цифровизации и замены материальных костюмов их цифровыми репликами, что позволит повысить доступность исторического костюма для изучения, демонстрации и применения в CG-графике [3...5].

Воссоздать цифровые двойники исторических костюмов можно с применением систем автоматизированного проектирования (САПР) и компьютерно-графических пакетов (КГП), которые обладают инструментарием для выполнения всех этапов художественного и инженерного проектирования одежды в виртуальной среде.

Помимо обозначенных культурных целей, цифровые двойники исторических систем "фигура - костюм" можно использовать и в молодежных виртуальных сообществах в качестве инфлюенсеров, персонажей компьютерных игр обучающего содержания, моделей и бренд-амбассадоров [5]. Цифровую CG-одежду можно использовать в качестве фильтров, которые можно на себя надеть в 3D- и CG-контенте, например в Instagram, и дополнить эффектами дополненной реальности с предсказуемыми социально-культурными последствиями. Цифровые двойники исторических костюмов могут быть неподвижными и движущимися изображениями.

На кафедре конструирования швейных изделий Ивановского государственного политехнического университета совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом промышленных технологий и дизайна развивается новое междисципли-

нарное научное направление по цифровизации исторических костюмов, объединяющее историю моды, методы проектирования одежды, текстильное материаловедение и компьютерные технологии [6...11]. Для реконструкции – материальной или виртуальной – необходимы базы данных о фигурах, текстильных материалах, конструкции и внутреннем устройстве костюма. Поэтому в качестве основного инструмента получения цифровых реплик выбрана технология реверсивного инжиниринга (ТРИ). Реверсивный инжиниринг – это процесс, в котором созданный человеком объект подвергают деконструкции для того, чтобы раскрыть сущность его дизайна, строения или получить новые знания из этого объекта [12]. В нашем подходе ТРИ предполагает глубокое изучение исторических процессов проектирования и технологий изготовления одежды.

Для получения цифровых копий исторических систем "фигура-костюм" необходимо сформировать параметризованные базы данных обо всех элементах системы "фигура-исторический костюм". На рис.1 представлена блок-схема процесса разработки цифровых двойников исторических систем "фигура-костюм".

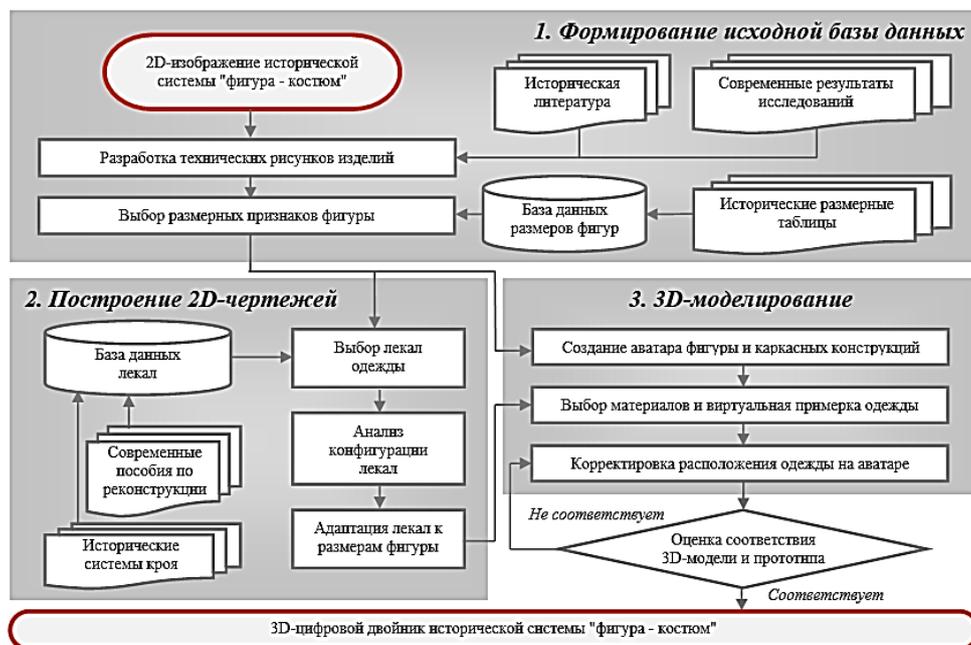


Рис. 1

Алгоритм создания виртуального двойника исторической системы "фигура + костюм" по его 2D-изображению включает следующие этапы.

1. Анализ 2D-изображения и разработка технических рисунков моделей одежды.
2. Анализ и выбор конструктивных и технологических приемов формообразования костюма для получения объемно-силуэтной формы.
3. Конфекционирование пакета текстильных материалов.
4. Моделирование невидимых каркасных структур костюма.
5. Создание максимально детализированной 3D-модели костюма.
6. Развертывание трехмерных элементов костюма для уточнения размеров деталей.
7. Текстурирование 3D-моделей.
8. Создание анимации 3D-двойника исторической системы "фигура + костюм".

В настоящей работе рассмотрен алгоритм получения цифрового двойника исторической системы "фигура+костюм" на примере русской лубочной картины "Карлик и карлица" [13]. Русский лубок, как особый вид графического народного творчества, отличается простотой и доступностью образов, сопровождаемых подписью, в ряде случаев – развернутым повествованием с пояснительными надписями. Поскольку для русского лубка характерны простота техники и лаконичность изобразительных средств, трансформация мужского и женского костюмов в 3D-двойники выполняется на основе ограниченных исходных данных.



Рис. 2

На рис. 2 показан лубок "Карлик и карлица" (см. подробнее в [14]), костюмы которого выбраны в качестве исходных изображений для получения 3D-двойников (изображение из коллекции Ивановского государственного историко-краеведческого музея им. Д.Г. Бурылина).

Как видно из рис.2, изображения костюмов схематичны. Данная лубочная картинка датируется второй половиной XVIII века. Женский костюм состоит из платья а-ля полонез корсетной формы (polonese gown) со стомаком (stomacher), юбки на кринолине (skirt). Мужской костюм включает кафтан (coat), кюлоты (breeches) и жилет (waistcoat).

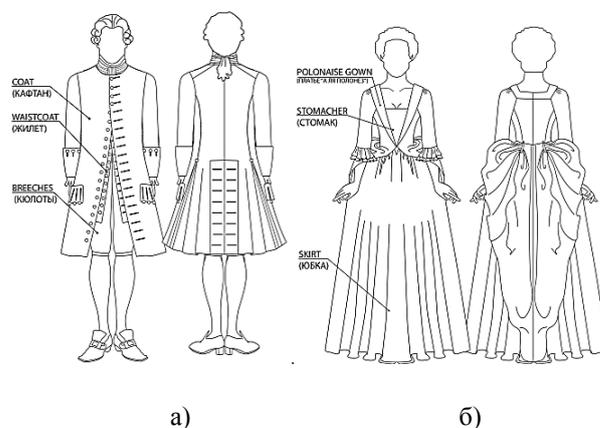


Рис. 3

Для разработки технических рисунков выбраны аналоги исторических костюмов, имеющие максимальное количество идентичных художественно-конструкторских признаков. Для аналогов определены часто встречающиеся детали и элементы, включая размеры, пропорциональные и ритмические соотношения, совокупность которых формировала стилистические признаки реконструируемых костюмов. Алгоритм выделения комбинаций признаков, достаточных для идентификации временного периода создания костюмов, аналогичен алгоритму, разработанному ранее для мужских пиджаков и женских жакетов второй половины XX века, а также для более ранних периодов [15], [16]. На рис.3 показаны технические рисунки мужского (а) и женского (б) костюмов.

Для реконструкции выбраны чертежи одежды рассматриваемого периода, представленные на рис. 4 (чертежи некоторых видов одежды, составляющих мужской (а – кафтан, б – жилет, в – кюлоты) и женский (г – платье, д – юбка) костюмы) [17], [18]. Технологии получения объемно-простран-

ственной формы костюмов, включая использование эффектов многослойности, каркасования, влажно-тепловой обработки, были воспроизведены по историческим руководствам [19] и учтены при корректировке размеров чертежей в процессе виртуальной примерки.

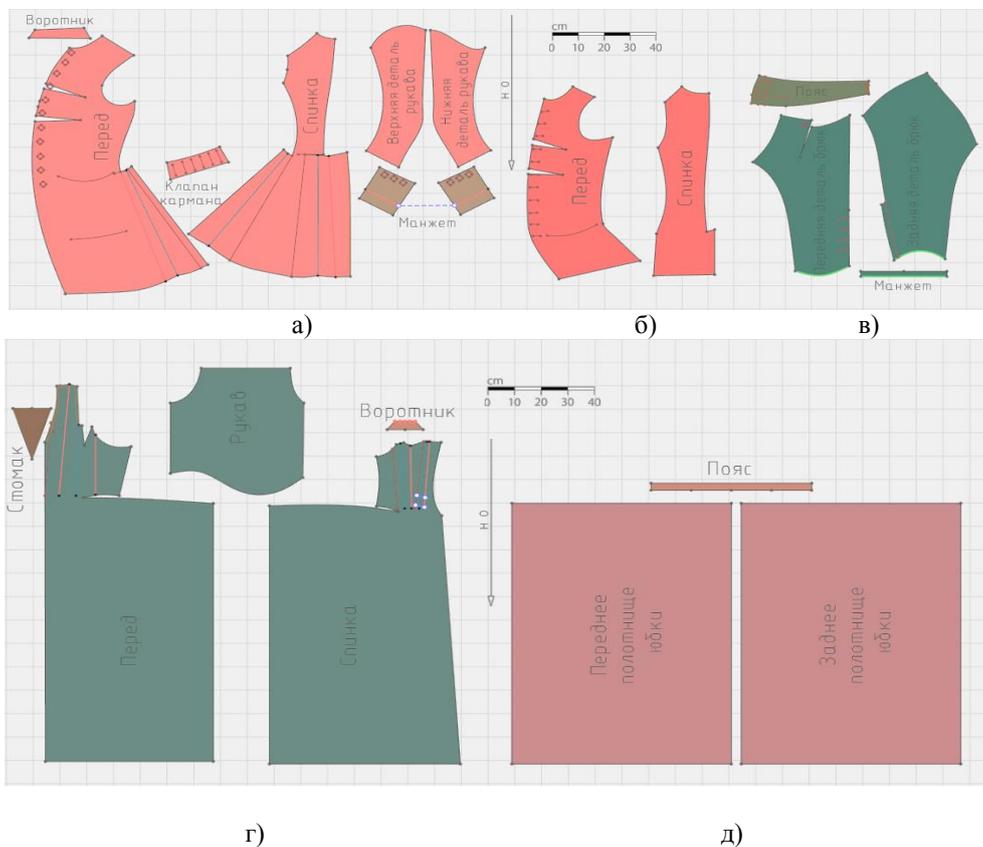


Рис. 4

Выбор материалов осуществлен на основе анализа опубликованных сведений о внешнем виде исторических текстильных материалов и их характеристиках, полученных после изучения технических возможностей текстильного оборудования, исполь-

зованного для их производства. Сформированный набор значений показателей свойств материалов использован для выбора их современных аналогов из цифровой библиотеки CLO3D.



а)



б)

Рис. 5

Поскольку на рис.2 представлена женская фигура в корсете, ее аватар был получен путем трансформации стана исходной фигуры в соответствии с параметрами модной формы корсетов второй половины XVIII века. Внешний вид 3D-двойников обоих костюмов без детализации отделочными элементами и накладными деталями показан на рис. 5 (виртуальные двойники лубочных изображений мужского (а) и женского (б) костюмов).

В программе CLO3D выполнена анимация обоих костюмов в виде виртуального динамического показа. Материальная реконструкция обоих костюмов подтвердила правильность использованных баз данных и приемов. Таким образом, использование ТРИ для разработки цифровых двойников исторического костюма позволяет конвертировать 2D-изображения одежды в 3D-формат, обогатить коллекции музеев и формировать новые мультимедиа, онлайн и VR экспозиции.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм получения цифровых двойников исторических костюмов по 2D-изображениям, основанный на применении современных компьютерных технологий и методологии реверсивного инжиниринга.

2. На примере костюмов, изображенных на русской лубочной картинке "Карлик и карлица" (вторая половина XVIII в.), осуществлен переход от стилизованных изображений внешнего вида одежды к их цифровым трехмерным двойникам с сохранением параметров формы и конструкций всех элементов системы "фигура-костюм".

ЛИТЕРАТУРА

1. *Курсанова Р.М.* Костюм в русской художественной культуре 18 - первой половины 20 вв.: опыт энциклопедии. – М., Большая Советская энциклопедия, 1995.
2. Council of Europe. European Year of Cultural Heritage [Электронный ресурс] // europa.eu. URL: http://europa.eu/cultural-heritage/about_en (дата обращения: 04.10.2019)
3. *Martin M.* Heritage narratives in the digital era: How digital technologies have improved approaches

and tools for fashion know-how, traditions, and memories // Research Journal of Textile and Apparel. – 2018. doi:10.1108/RJTA-02-2018-0015

4. *Kirkland A.* Sharing Historic Costume Collections Online // Dress. – 2015. doi: 10.1080/03612112.2015.1130394

5. <https://incrossia.ru/concoct/virtual-influencers/> [Электронный ресурс] (дата обращения 04.10.2019)

6. *Kuzmichev V., Moskvina A., Moskvina M., Surgenko E.* Computer reconstruction of 19th century trousers // International Journal of Clothing Science and Technology. – 29 (4), 2017. P. 594...606. doi:10.1108/IJCS-12-2016-0139

7. *Kuzmichev V., Moskvina A., Moskvina M., Pryor Jane* Research on 3D-reconstruction of Late Victorian riding skirts // International Journal of Clothing Science and Technology. – 30 (6), 2018. P. 790...807. doi: 10.1108/IJCS-12-2017-0192

8. *Kuzmichev V., Moskvina A., Moskvina M.* Virtual Reconstruction of Historical Men's Suit // AUTEX Research Journal. – 18(3), 2018. P.281...294. doi:10.1515/aut-2018-0001

9. *Moskvina A., Kuzmichev V., Moskvina M.* Digital replicas of historical skirts // The Journal of The Textile Institute, 2019 <https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1621042> [Электронный ресурс] (дата обращения 04.10.2019)

10. *Сахарова Н.А.* Этапы реконструкции и визуализации исторических видов одежды в системах трехмерного проектирования // Мат. докл. 51-й Междунар. научн.-техн. конф. преподавателей и студентов: Витебск: ВГТУ. – 2018. С.160...163.

11. *Сахарова Н.А.* Виртуальная реконструкция костюма, как способ сохранения исторического культурного наследия // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): – М.: РГУ им.А.Н. Косыгина, 2018. С.143...146.

12. https://en.wikipedia.org/wiki/Reverse_engineering [дата обращения 30.09.2019]

13. *Ровинский Д.А.* Русские народные картинки. Атлас. Том 1. – Санкт-Петербург: Экспедиция заготовления государственных бумаг, 1881.

14. <http://www.fotodom.ru/image/JC02-1507.html> [Электронный ресурс] (дата обращения 30.09.2019).

15. *Хунгуан Е.* Разработка метода компьютерного распознавания плечевой одежды костюмной группы: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 2009.

16. *Edwards L.* How to read a dress: A Guide to Changing Fashion from 16th to the 20th Century. – London - New York, Bloomsbury, 2018.

17. *Waugh N.* The cut of men's clothes 1600-1900. – New York: Theatre Arts Books, 1964.

18. *Waugh N.* The Cut of Women's Clothes 1600-1930. – New York: Theatre Arts Books, 1987.

19. Русский костюм: 1750-1830, выпуск первый: материалы для сценических постановок русской драматургии от Фонвизина до Горького / Под ред. В.Рындина. – М.: ВТО, 1960.

REFERENCES

1. Kirsanova R.M. Kostyum v russkoy khudozhestvennoy kul'ture 18 - pervoy poloviny 20 vv.: opyt entsiklopedii. – M., Bol'shaya Sovetskaya entsiklopediya, 1995.
2. Council of Europe. European Year of Cultural Heritage [Elektronnyy resurs] // europa.eu. URL: http://europa.eu/cultural-heritage/about_en (data obrashcheniya: 04.10.2019)
3. Martin M. Heritage narratives in the digital era: How digital technologies have improved approaches and tools for fashion know-how, traditions, and memories // Research Journal of Textile and Apparel. – 2018. doi:10.1108/RJTA-02-2018-0015
4. Kirkland A. Sharing Historic Costume Collections Online // Dress. – 2015. doi: 10.1080/03612112.2015.1130394
5. <https://incrusia.ru/concoct/virtual-influencers/> [Elektronnyy resurs] (data obrashcheniya 04.10.2019)
6. Kuzmichev V., Moskvin A., Moskvina M., Surgenko E. Computer reconstruction of 19th century trousers // International Journal of Clothing Science and Technology. – 29 (4), 2017. P. 594...606. doi:10.1108/IJCST-12-2016-0139
7. Kuzmichev V., Moskvin A., Moskvina M., Pryor Jane Research on 3D-reconstruction of Late Victorian riding skirts // International Journal of Clothing Science and Technology. – 30 (6), 2018. R. 790...807. doi:10.1108/IJCST-12-2017-0192
8. Kuzmichev V., Moskvin A., Moskvina M. Virtual Reconstruction of Historical Men's Suit // Autex Research Journal. – 18(3), 2018. P.281...294. doi: 10.1515/aut-2018-0001
9. Moskvin A., Kuzmichev V., Moskvina M. Digital replicas of historical skirts // The Journal of The Textile Institute, 2019 <https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1621042> [Elektronnyy resurs] (data obrashcheniya 04.10.2019)
10. Sakharova N.A. Etapy rekonstruktsii i vizualizatsii istoricheskikh vidov odezhdyy v sistemakh trekhmernogo proektirovaniya // Mat. dokladov 51-y Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf. prepodavateley i studentov: Vitebsk: VGTU. – 2018. S.160...163.
11. Sakharova N.A. Virtual'naya rekonstruktsiya kostyuma, kak sposob sokhraneniya istoricheskogo kul'turnogo naslediya // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018): – M.: RGU im.A.N. Kosygina, 2018. S.143...146.
12. https://en.wikipedia.org/wiki/Reverse_engineering [data obrashcheniya 30.09.2019]
13. Rovinskiy D.A. Russkie narodnye kartinki. Atlas. Tom 1. – Sankt-Peterburg: Ekspeditsiya zagotovleniya gosudarstvennykh bumag, 1881.
14. <http://www.fotodom.ru/image/JC02-1507.html> [Elektronnyy resurs] (data obrashcheniya 30.09.2019).
15. Khunguan E. Razrabotka metoda komp'yuternogo raspoznavaniya plechevoy odezhdyy kostyumnoy gruppy: Dis...kand. tekhn. nauk. – Ivanovo, 2009.
16. Edwards L. How to read a dress: A Guide to Changing Fashion from 16th to the 20th Century. – London - New York, Bloomsbury, 2018.
17. Waugh N. The cut of men's clothes 1600-1900. – New York: Theatre Arts Books, 1964.
18. Waugh N. The Cut of Women's Clothes 1600-1930. – New York: Theatre Arts Books, 1987.
19. Russkiy kostyum: 1750-1830, vypusk pervyy: materialy dlya stsenicheskikh postanovok russkoy dramaturgii ot Fonvizina do Gor'kogo / Pod red. V.Ryndina. – M.: VTO, 1960.

Рекомендована Программным комитетом форума. Поступила 18.10.19.