

УДК 687.016

DOI 10.47367/0021-3497_2024_1_131

**МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО СРАВНЕНИЯ
ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОДЕЖДЫ С РЕАЛЬНЫМ ОБРАЗЦОМ**

**QUANTITATIVE METHOD FOR COMPARING
A VIRTUAL CLOTHING MODEL WITH A REAL SAMPLE**

Д.Н. ГОГУЗЕВ, И.А. ПЕТРОСОВА, Е.Г. АНДРЕЕВА

D.N. GOGUZEV, I.A. PETROSOVA, E.G. ANDREEVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(The Kosygin State University of Russia)

E-mail: goguzev_daniil.gonor@mail.ru, 76802@mail.ru, andreeva-eg@rguk.ru

В статье рассмотрены и проанализированы современные направления применения трехмерных систем проектирования одежды. Определено, что свойства материалов оказывают значительное влияние на точность передачи формы одежды в трехмерной среде. Разработано конструктивное решение женской одежды с элементами сложной объемной формы в области плечевого пояса и изготовлены макеты изделий из текстильных материалов. Выполнена визуализация и виртуальная примерка в системе Clo3D. Проведено исследование соответствия формы одежды, получаемой в виртуальной среде, реальным образцам изделий. Предложены количественные критерии оценки, позволяющие принять решение о необходимости внесения изменений в конструктивное решение или выбор свойств материалов.

The article considers and analyzes modern areas of application of three-dimensional clothing design systems. It is determined that the properties of materials have a significant impact on the accuracy of the transfer of clothing in a three-dimensional environment. A constructive solution for women's clothing with elements of a complex three-dimensional shape in the area of the shoulder girdle has been developed and mock-ups of products made of textile materials have been made. Visualization and virtual fitting in the Clo3D system were performed. A study was made of the conformity of the clothing form obtained in a virtual environment with real samples of products. Quantitative evaluation criteria are proposed to make a decision on the need to make changes to the design solution or the choice of material properties.

Ключевые слова: digital, виртуальная среда, 3D одежда, 3D визуализация одежды.

Keywords: digital, virtual environment, 3D clothes, 3D clothes visualization.

Традиционно при проектировании новых моделей одежды в промышленном производстве требуется неоднократное изготовление макетов и образцов проектируемых изделий и их примерка на типовые фигуры. Для улучшения этапов проектирования одежды учеными ведутся работы по наполнению баз данных [1], содержащих антропометрическую информацию о фигурах в трехмерном формате [2]. Развитие современных программных продуктов приводит к тому, что все большее количество предприятий легкой промышленности применяют в своей деятельности системы трехмерного моделирования одежды, что позволяет визуализировать модель на фигуре и более точно представить внешний вид будущего изделия, т.е. использовать виртуальную примерку.

Большое разнообразие материалов с различными свойствами [3], а также применение новых технологий, таких как искусственный интеллект, для создания художественных эскизов [4] приводит к получению новых творческих решений в трехмерной среде [5].

Для оценки соответствия внешней формы поверхности виртуальной модели реальному образцу одежды известны методы применения трехмерного сканирования [6], методы измерения интенсивности серого цвета для идентификации складок или дефектов на поверхности виртуальных рукавов [7], известен сенсорный метод, который отличается недостаточной точностью, так как базируется на субъективных параметрах оценки.

Ряд САПР одежды, таких как «Julivi», «i-Designer», Assyst, FNXTECH, Gerber Technology, OPTITEX, Shima Seiki, tg3d, CentricSoftware, Browzwear, Buyi, позволяют внести изменения в конструкцию разработанной в виртуальной среде модели одежды с одновременной корректировкой плоских лекал. Одними из самых точных в достижении схожести виртуального образца и реальной модели одежды являются программы CLO 3D и Marvelous designer.

Эти САПР позволяют изменить антропометрические характеристики аватара; настроить физические свойства материала; поддерживают опции многослойного проектирования, благодаря данной функции открывается возможность создания сложных конструкций одежды.

Несмотря на все положительные качества CLO 3D, доказана сложность определения и передачи свойств материалов, а именно эти параметры во многом определяют точность получаемой формы одежды [5]. Многие исследователи разрабатывают системы оценки качества одежды, в том числе с применением систем технического зрения [8]. Для получения одежды с высоким качеством посадки на фигуре и для достоверной виртуальной примерки встает необходимость разработки методики сравнения моделей одежды, выполненных в виртуальной среде (МОВС), с реальными образцами одежды (РОО) на основе применения объективных количественных параметров сравнения.

В качестве объекта исследования использована конструкция женского плаща, виртуальные модели женского плаща из материалов с разными физико-механическими свойствами, реальный образец модели женского плаща. Конструкция разработана на типовую женскую фигуру 176-88-100.

В работе использованы методы фотограмметрии и программное обеспечение: CLO 3D для получения виртуальных моделей одежды; Adobe Illustrator и AutoCAD для графического анализа; Excel для обработки результатов исследования.

В исследовании разработана конструкция женского плаща, отличающаяся сложной пространственной формой с увеличенным объемом в области плеч. Внешний вид проектируемой модели представлен на рис. 1: художественной эскиз (рис. 1, а), технический эскиз (рис. 1, б) и фотоизображение реального образца из макетной ткани (рис. 1, в). Конструктивное решение женского плаща представлено на рис. 2.

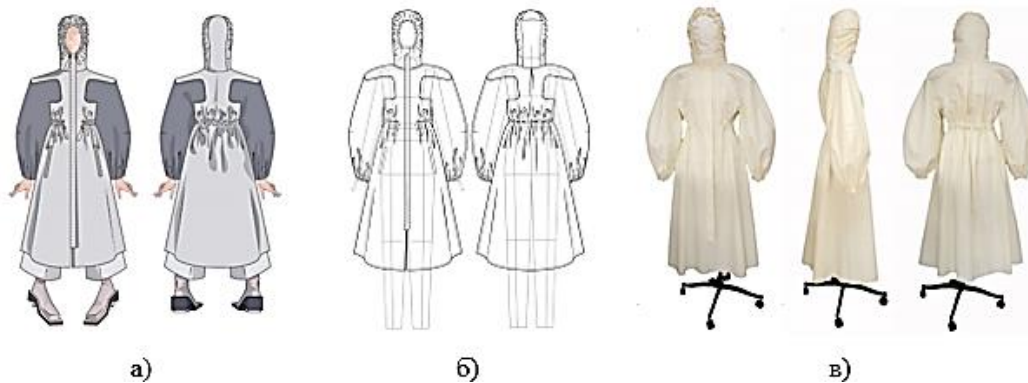


Рис. 1

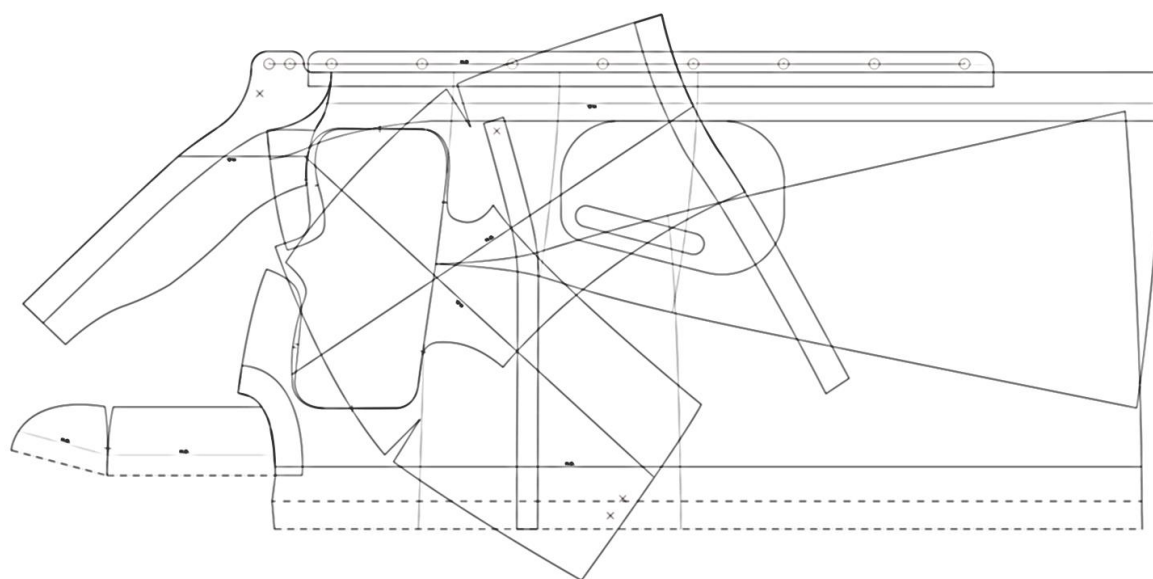


Рис. 2

Для получения виртуальной модели женского плаща необходимо настроить физические свойства материала. Чтобы реализовать этот этап для реального образца ткани выполнено: измерение микрометром толщины материала – 0,3 мм, измерение веса материала на диаметр 100 мм – 0,8 г; плотность материала – 80 г/см. Расчет эластичности, драпируемости и жесткости материала выполнен на основе измерений поведения реальной ткани (107,5 см x 107,5 см), выложенной на поверхность круглого стола. Те же условия воссозданы и для симуляции в трехмерной среде, ткань настроена по физическим параметрам поведения реального образца ткани. На рис. 3 изображен виртуальный двойник образца материала.

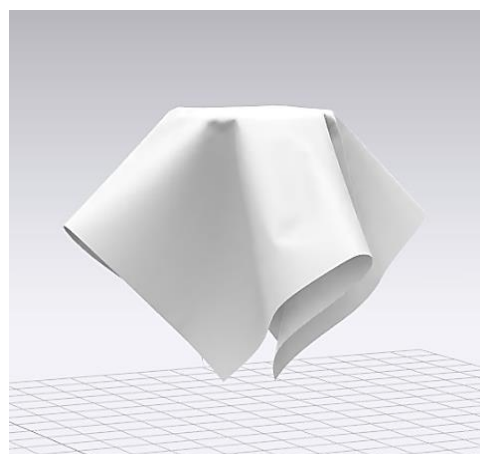


Рис. 3

Для сравнения виртуальной модели с реальным образцом одежды использован

метод фотограмметрии. Изображение модели одежды, выполненной в виртуальной среде, фиксируют и сохраняют с помощью функции фото экрана. Изображение реального образца получают с помощью фотокамеры Canon EOS 600D.

В связи с тем, что в методике сравнения виртуальной модели с реальным образцом одежды применяют измерение величин углов наклона линий на фотоизображении, проведена оценка дисторсии камеры по следующей методике. Создают материальную матрицу. В качестве материальной матрицы выступает плоскость с нанесенными на нее метками в виде геометрических элементов, в частности прямоугольников. При этом каждая сторона выбранных прямоугольников не должна превышать величины погрешности измерений. Для исследования предметов одежды выбрана матрица с размером 1x1 см сине-сиреневого цвета.

Устанавливают камеру на расстоянии 120 сантиметров от области выполнения съемки. Считывают информацию о материальной матрице. На рис. 4, а приведено фотоизображение материальной матрицы.

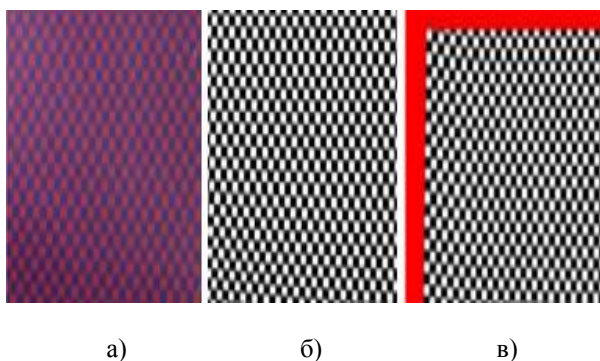


Рис. 4

Выполняют распознавание и идентификацию каждой метки и приведение их к черно-белому виду (рис. 4, б) и производят оценку дисторсии камеры. Для этого измеряют величину углов между пересекающимися линиями на изображении. В случае наличия дисторсии прямые линии снимае-

мых объектов отображаются в виде изогнутых дуг. Красным цветом отображена зона, где не должен находиться измеряемый объект из-за краевых искажений материальной матрицы (рис. 4, в).

Материальную матрицу удаляют из зоны считывания и на ее место устанавливают реальный образец одежды, одетый на манекен.

Для проведения количественной оценки выбраны величины наклона углов силуэтных контуров модели одежды относительно вертикалей или горизонталей. Сформирован следующий перечень конструктивных параметров.

Вид спереди:

- угол наклона касательной к линии плечевого ската у точки основания шеи (\angle п.с.н.);
- угол наклона линии, соединяющей плечевую точку и точку основания шеи (\angle п.т.н.);
- угол наклона боковой силуэтной линии от линии талии вверх (\angle б.с.в.);
- угол наклона боковой силуэтной линии от линии талии вниз (\angle б.с.н.);
- угол наклона линии, соединяющей линию талии и низ изделия (\angle ш.н.);
- угол наклона силуэтной линии рукава от линии локтя вверх (\angle с.р.в.) на виде спереди;
- угол наклона силуэтной линии рукава от линии локтя вниз (\angle с.р.н.) на виде спереди.

Вид сбоку:

- угол отклонения от вертикали передней силуэтной линии на уровне линии груди (\angle п.в.);
- угол наклона задней силуэтной линии от линии талии вверх (\angle з.с.в.);
- угол наклона задней силуэтной линии от линии талии вниз (\angle з.с.н.);
- угол отклонения от вертикали задней силуэтной линии на уровне линии талии (\angle з.в.).

Схема, отражающая положение перечисленных конструктивных параметров на фотоизображении реального образца одежды, представлена на рис. 5.



Рис. 5

Метод включает в себя определение 11 конструктивных параметров. Измерения выполнены по фотоизображению реаль-

ного образца одежды (рис. 5), одетого на манекен, а значения приведены в табл.1.

Таблица 1

Конструктивный параметр	РОО (рис. 5)	МОВС1 (рис. 6)	Отклонения между РОО и МОВС1	МОВС2 (рис. 7)	Отклонения между РОО и МОВС2	МОВС3 (рис. 8)	Отклонения
КП1-∠п.с.н	110°	100°	10°	100°	10°	110°	0°
КП2-∠п.т.н.	120°	115°	5°	115°	5°	120°	0°
КП3-∠б.с.в.	155°	160°	-5°	155°	0°	0°	0°
КП4-∠б.с.н.	160°	155°	5°	155°	5°	5°	5°
КП5-∠ш.н.	170°	175°	-5°	170°	0°	0°	0°
КП6-∠п.в.	95°	95°	0°	95°	0°	0°	0°
КП7-∠з.с.в.	165°	153°	12°	165°	0°	0°	0°
КП8-∠з.с.н.	165°	165°	0°	165°	0°	0°	0°
КП9-∠з.в.	170°	175°	5°	172°	-2°	-2°	-2°
КП10-∠с.р.в.	165°	175°	10°	165°	0°	0°	0°
КП11-∠с.р.н.	165°	175°	10°	165°	0°	0°	0°

На первом этапе для создания образца плаща в виртуальной среде создан виртуальный аватар, максимально близкий по значениям размерных признаков к типовому манекену, выбраны свойства материала, близкого по показателям к макетной ткани. Получен первый вариант МОВС1 (рис. 6).

При сравнении величин измерений соответствующих конструктивных параметров МОВС1 и РОО выявлены значительные отклонения, что обусловлено неверным подбором физических свойств материалов, из которых выполнены МОВС1 и РОО.

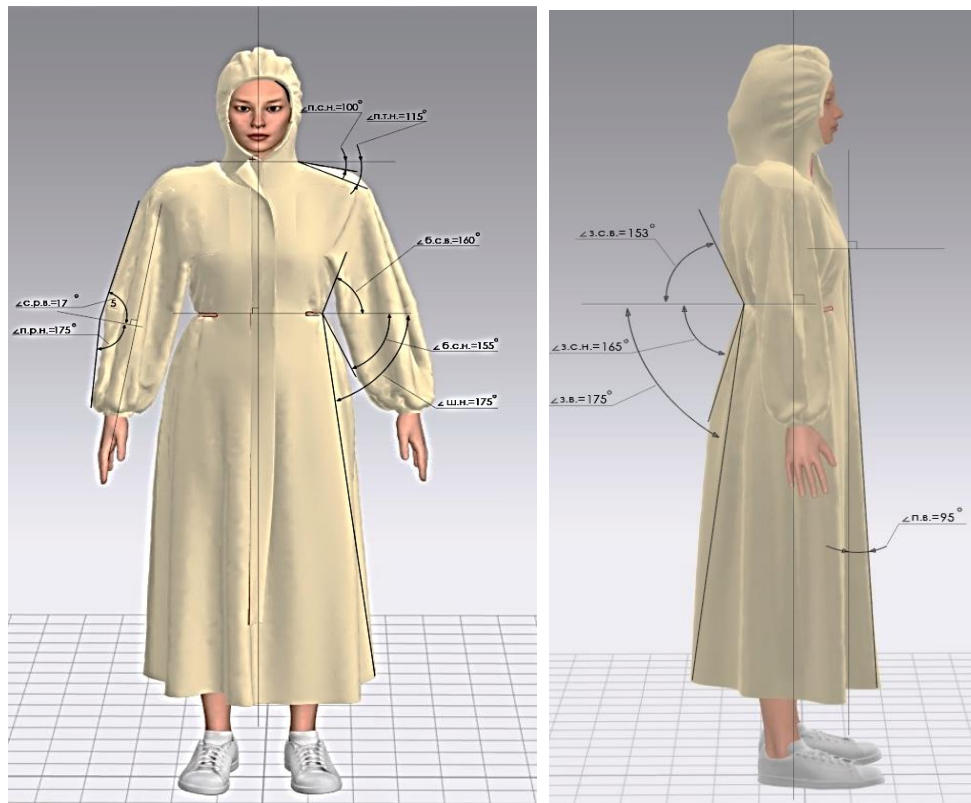


Рис. 6

Отличие конструктивных параметров друг от друга позволяет внести исправления в настройки свойств виртуального материала. Выполнена виртуальная модель

одежды № 2 (рис. 7) с измененными физическими свойствами и свойствами симуляции для достижения большей схожести виртуального образца и реального.

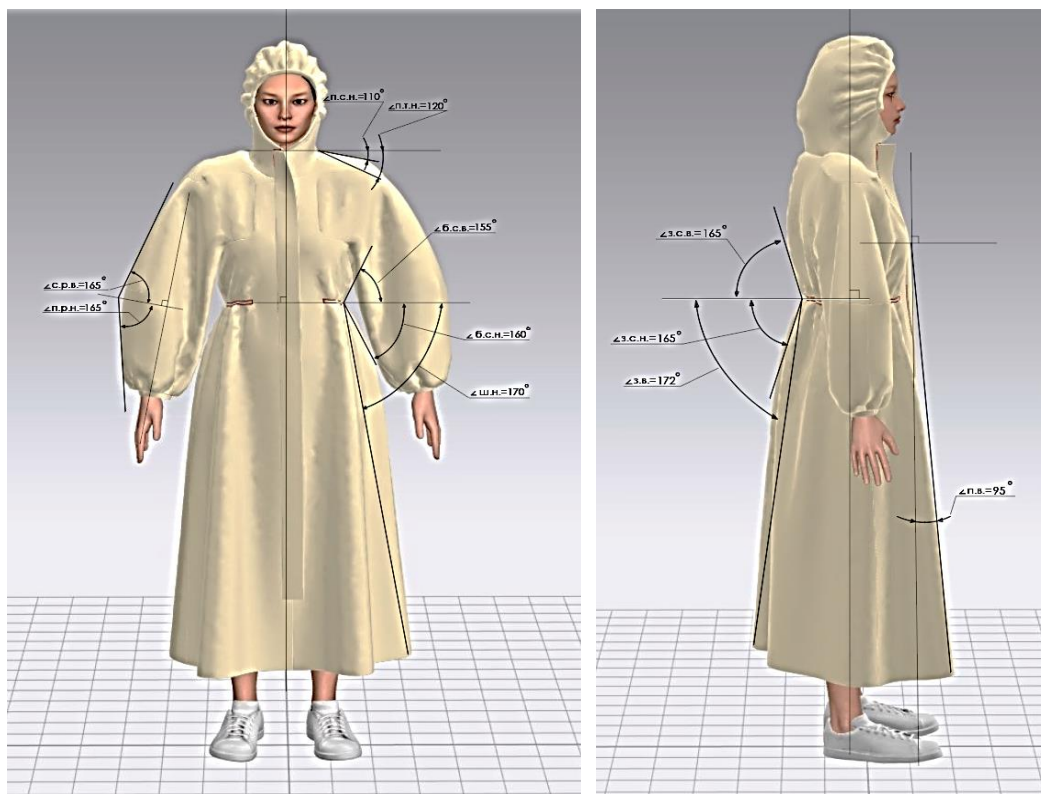


Рис. 7

При повторном анализе конструктивных параметров МОВС2 и сравнении их со значениями конструктивных параметров РОО выявлены незначительные отклонения по большинству измерений, за исключением конструктивных параметров: \angle п. с. н.

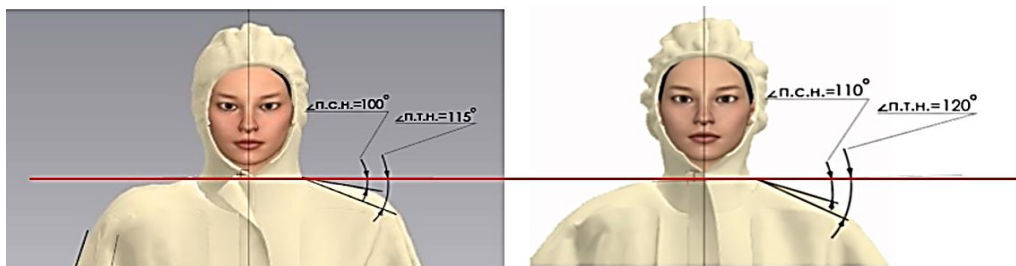


Рис. 8

Данные сопоставления конструктивных параметров всех образцов представлены в табл. 1. Путем сравнения величин углов доказана возможность количественного сравнения виртуальной модели одежды с реальным образцом.

ВЫВОДЫ

Предложенная методика сравнения моделей одежды, выполненных в виртуальной среде, с реальными образцами одежды позволяет количественно оценивать соответствие моделей друг другу. В дальнейших исследованиях следует провести экспертную оценку значимости предлагаемых параметров и определить их весомость, что позволит предложить универсальную методику количественной оценки, пригодную для сравнения моделей одежды разных силуэтных форм и ассортимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев В.Е., Жукова И.В., Сахарова Н.А. Разработка конструктивно-антропометрического обеспечения процесса конструирования одежды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 6(402). С. 43...148. – DOI 10.47367/0021-3497_2022_6_143. – EDN LLFGIM.];
2. Petrosova I.A. Designing Three-Dimensional Man Figure Mannequins // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019", Vladivostok, 01–04 октября 2019 года. Vol. 753, 4, Chapter 3. Vladivostok: Institute of Physics Publishing, 2020.

и \angle п.т.н. Значительные отклонения этих параметров связаны со свойствами плечевой накладки. Для достижения максимального сходства произведена корректировка плечевой накладки, а именно изменена толщина деталей (рис. 8).

- P. 042075. – DOI 10.1088/1757-899X/753/4/042075. – EDN JCLTBF.

3. Залялютдинова Г.Р., Хамматова В.В. Информационные 3D-технологии в проектировании изделий текстильной и легкой промышленности // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 6(402). С. 148...153. – DOI 10.47367/0021-3497_2022_6_148. – EDN QGGSOE.

4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621608 РФ. Алгоритмизация выбора и интерпретации творческих источников для художественного проектирования изделий легкой промышленности. – EDN VCLUFO.

5. Андреева Е.Г., Петросова И.А. Методология оценки качества проектных решений одежды в виртуальной трехмерной среде. М.: МГУДТ, 2015. 131 с. – ISBN 978-5-87055-224-8. – EDN TVBLTN.

6. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Ду Ц.С. Разработка метода оценки конструктивных решений одежды с помощью трехмерного сканирования // Дизайн и технологии. 2014. № 39(81). С. 17...27. – EDN TCTKTZ.

7. Сидя В., Кузьмичев В.Е. Новый алгоритм идентификации дефектов на виртуальных двойниках одежды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2(398). С. 159...168. – DOI 10.47367/0021-3497_2022_2_159. – EDN KELUWN.

8. Груздева И.А., Сахарова Н.А., Белоус В.В. Использование нейросетей для проектирования одежды // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОЙСК-2023). Иваново: ИВГПИУ, 2023. С. 593...595. – EDN LDXYYX.

REFERENCES

1. Kuz'michev V.E., Zhukova I.V., Sakharova N.A. Providing of pattern and anthropometric oriented database in terms of clothes design // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi

Promyshlennosti. 2022. № 6(402). S. 143...148. – DOI 10.47367/0021-3497_2022_6_143. – EDN LLFGIM.

2. *Petrosova I.A.* Designing Three-Dimensional Man Figure Mannequins // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019", Vladivostok, 01–04 октября 2019 года. Vol. 753, 4, Chapter 3. Vladivostok: Institute of Physics Publishing, 2020. P. 042075. – DOI 10.1088/1757-899X/753/4/042075. – EDN JCLTBF.

3. *Zalyalyutdinova G.R., Hammatova V.V.* 3D information technologies in the design of products of the textile and light industries // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2022. № 6(402). S. 148...153. – DOI 10.47367/0021-3497_2022_6_148. – EDN QGGSOE.

4. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh № 2021621608 RF. Algoritmizaciya vybora i interpretacii tvorcheskikh istochnikov dlya hudozhestvennogo proektirovaniya izdelij lyogkoj promyshlennosti. – EDN VCLUFO.

5. *Andreeva E.G., Petrosova I.A.* Metodologiya ocenki kachestva proektnykh reshenij odezhdy v virtual'noj trekhmernoj srede. Moscow: MSUDT, 2015. 131 s. – ISBN 978-5-87055-224-8. – EDN TVBLTN.

6. *Petrosova I.A., Andreeva E.G., Du C.S.* Razrabotka metoda ocenki konstruktivnykh reshenij odezhdy s pomoshch'yu tryohmernogo skanirovaniya // Dizajn i tekhnologii. 2014. № 39(81). S. 17...27. – EDN TCTKTZ.

7. *Sida V., Kuz'michev V.E.* New algorithm of defect identification on virtual clothing twins // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2022. № 2(398). S. 159...168. – DOI 10.47367/0021-3497_2022_2_159. – EDN KELUWN.

8. *Gruzdeva I.A., Saharova N.A., Belous V.B.* Ispol'zovanie nejrosetej dlya proektirovaniya odezhdy // Molodye uchenye – razvitiyu Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy (POISK-2023). Ivanovo, 2023. S. 593...595. – EDN LDXYYX.

Рекомендована кафедрой художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 17.04.23.