

УДК 687.1

М.А. Гусева¹

В.В. Гетманцева²

Е.Г. Андреева³

И.А. Петросова⁴

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

Параметризация цифровой антропометрической информации для 3D-проектирования швейных изделий

Цифровизация охватывает все стадии современного производства одежды. Совершенствование инновационных технологий проектирования направлено на повышение качества конструкторских работ, точности моделирования и возможности экспертной оценки результативности проекта в трехмерном виртуальном пространстве.

Опыт оснащения специализированных систем автоматизированного проектирования одежды различными модификациями модулей трехмерного проектирования показал, что пользовательский инструментарий некоторых программ нуждается в совершенствовании. Основная задача трехмерного проектирования – оценка качества посадки проектируемых изделий и устранение визуализированных дефектов на стадии конструкторской проработки. При недостаточной наполненности базы системы трехмерными аватарами или невозможности их персонализированной коррекции виртуальные примерки могут быть недостоверны. Поэтому процесс трехмерного конструирования в большинстве современных САПР – это лишь имитационное проектирование. Базы данных открытых САПР периодически пополняются виртуальными фигурами, полученными с использованием сканирующего инструментария. В зависимости от качества выходной информации со сканирующих устройств может потребоваться дополнительный объем

¹ Гусева Марина Анатольевна – канд. техн. наук, доцент кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина, e-mail: guseva_marina67@mail.ru

² Гетманцева Варвара Владимировна – канд. техн. наук, доцент кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина, e-mail: getmantseva@inbox.ru

³ Андреева Елена Георгиевна – д-р техн. наук, профессор кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина; e-mail: elenwise@mail.ru

⁴ Петросова Ирина Александровна – д-р техн. наук, профессор кафедры информационных технологий Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина, e-mail: 76802@mail.ru

работ по преобразованию виртуального объекта в параметрический манекен, пригодный для конструкторской подготовки производства одежды.

В статье рассмотрен механизм извлечения антропометрической информации с трехмерного объекта – виртуального аналога индивидуальной фигуры человека и его геометрических проекций – продольных абрисов, полученных сканированием субъекта портативным оборудованием. Проанализированы основные этапы обработки визуальной информации, интенсивность которых зависит от технических характеристик оборудования. Предложен инновационный способ описания телосложения, пропорций и осанки индивидуальной фигуры в сравнении с аналогичными типовыми характеристиками.

Систематизация исследуемой информации с трехмерного виртуального образа предназначена для пополнения базовых массивов входных данных для промышленного проектирования и изготовления конкурентоспособных швейных изделий.

Ключевые слова и словосочетания: проектирование одежды, цифровая антропометрическая информация, позиционирование виртуальных фигур, аватары, виртуальные прототипы.

M.A. Guseva

V.V. Getmantseva

E.G. Andreeva

I.A. Petrosova

The Kosygin State University of Russia

Moscow. Russia

Parametrization of digital anthropometric information for 3D-projection of sewing products

Digitization covers all stages of modern clothing production. Improvement of innovative design technologies is aimed at improving the quality of design work, accuracy of modeling and the possibility of expert assessment of the project's performance in a three-dimensional virtual space. The experience of equipping specialized clothes design systems with various modifications of three-dimensional design modules has shown that the user tools of some programs need to be improved. The main task of the three-dimensional design is to assess the quality of the fit of the designed products and the elimination of visualized defects at the design development stage. If the base of the system is not fully filled with three-dimensional avatars or the impossibility of their personalized correction, virtual fittings may not be reliable. Therefore, the process of three-dimensional design in most modern CAD systems is only a simulation design. Databases of open CAD systems are periodically replenished with virtual figures obtained using scanning tools. Depending on the quality of the output information from scanning devices, an additional amount of work may be required to transform a virtual object into a parametric dummy suitable for design preparation of clothing production.

The article describes the mechanism for extracting anthropometric information from a three-dimensional object obtained by scanning a subject with portable equipment – a virtual analog of a human figure and its geometric projections – longitudinal outlines. The main stages of

visual information processing are analyzed, the intensity of which depends on the technical characteristics of the equipment. An innovative way to describe the constitution, proportions and posture of an individual figure in comparison with similar typical characteristics is proposed.

The systematization of the information under investigation, obtained from a three-dimensional virtual image, is intended to supplement the basic arrays of input data for industrial design and manufacture of competitive garments.

Keywords: clothing design, digital anthropometric information, positioning of virtual figures, avatars, virtual prototypes.

Мировой опыт внедрения в производственный процесс проектирования одежды технологий виртуальной реальности показал, что реалистичные цифровые модели фигур и образцов изделий ускоряют разработку конечного модного продукта [1; 2]. Цифровизация процесса примерки позволяет поэтапно оценить поведение материалов при варьировании конфекциона и свойств пакета [3] на пространственную форму изделия в статике и динамике [4; 5]. Доказано, что трехмерная геометрия одежды нестабильна и зависит, в первую очередь, от конфигурации тела человека, а в виртуальном пространстве – от геометрии опорных участков цифровых фигур [6] и математического описания деформационных свойств оболочки (материала изделия).

На достоверность цифровых аватаров влияют выходные параметры сканирующего оборудования. Анализ технологии сканирования показал, что конечная модель виртуальной фигуры, как правило, собирается из фрагментов, полученных с нескольких устройств (рис. 1). Причем, чем больше сканеров и меньше величина обрабатываемого фрагмента, тем качественнее получается конечное изображение. Первоначальная виртуальная модель тела человека подвергается многократной обработке: корректировка позы линейным смешиванием (via linear blending skinning), отработка гладкости поверхности на основных горизонтальных уровнях, реконструкция симметричности в трехмерном пространстве с наложением сетки треугольников (present a slice-based method for the symmetrization of the 3D mesh) [7].

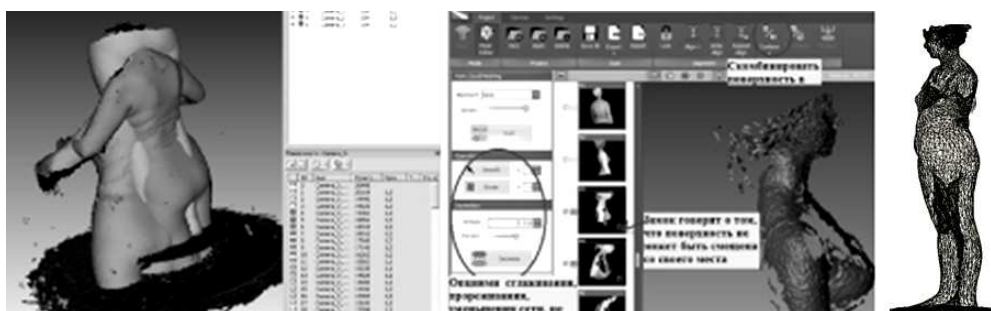


Рис. 1. Иллюстрация технологии обработки сканированной информации:
 а – первоначальная трехмерная смешанная модель тела, б – фрагмент реконструкции модели, в – аватар с наложенной трехмерной сеткой

На пригодность выходной отсканированной информации для дальнейшей обработки влияют:

- физические ограничения съемки (необходимо исключить из зоны работ зеркальные предметы, увеличить приглушенность внешнего освещения, исключить черный цвет в одежде);
- перспективные искажения (оптимальная дистанция от субъекта до оборудования определяется техническими характеристиками сканеров);
- амплитуда микродвижений человека [8–10] в результате функционирования организма;
- возможность импортирования файлов в среду универсальных или специализированных графических 3D-программ (AutoCAD, MeshLab, Sketchup, Rhinoceros и др.) для извлечения достоверной цифровой антропометрической информации с виртуального аналога субъекта.

Технология преобразования изображений фигур в виртуальные 3D-модели, не зависимо от выбранного сканирующего оборудования, включает типовые действия: нанесение системы горизонтальных членений (Project Curve), аппроксимация контуров (Rebuild Curve non-Uniform), выравнивание сторон для симметричности аватара (Split, Trim, Tween Between, Mirror, Loft), масштабирование для корректировки размеров манекена (рис. 2).

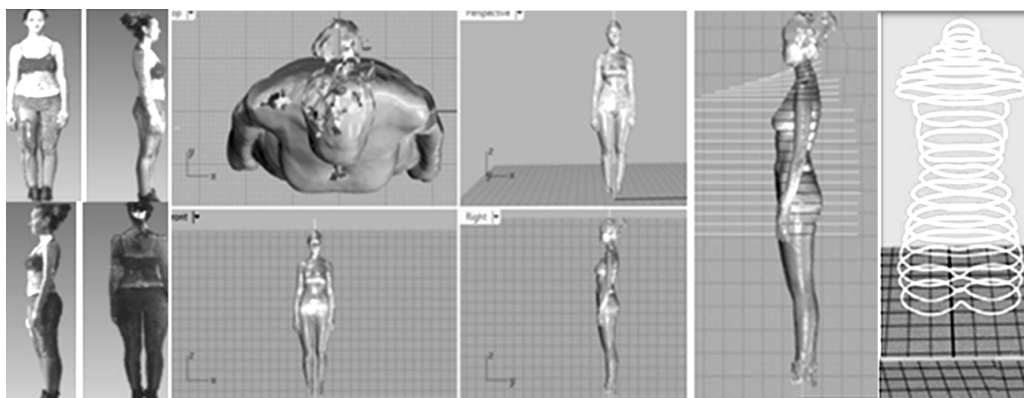


Рис. 2. Иллюстрация типовых этапов обработки отсканированного изображения фигуры

Программное обеспечение большинства САПР, в частности модулей виртуальных примерок, по-прежнему, несмотря на новейшие технологии, находится на этапе становления. Зарубежные системы оснащены анимированными аватарами, но при этом разработчиками программ недостаточно отработан процесс персонификации типовых манекенов [11; 12]. Автоматизированное изготовление одежды на заказ, внедрение массовой кастомизации в отрасли предполагают приоритетность достижения идеальной посадки проектируемых изделий (well-fitting), не зависимо от особенностей телосложения клиента [13]. Для формирования банка данных об особенностях телосложения, осанки и пропорций индивидуальных фигур [14] авторами проведены исследования пространственных

форм 685 женских фигур с использованием портативного сканирующего инструментария – системы сенсоров Kinect. Систематизация полученной информации позволила предложить инновационный способ проектирования конструкций одежды, основанный на извлечении параметрических данных с совмещенных виртуальных образов типовых и индивидуальных аватаров [15]. Для повышения достоверности процесса корректировки виртуальных фигур предложена методика сбора информации о пространственном расположении основных и дополнительных антропометрических точек на поверхности тела субъекта (рис. 3). Точное позиционирование системы антропометрических маркеров позволит достоверно преобразовать любой типовой аватар из базы САПР, используя как плоское фотоизображение исследуемой фигуры, так и трехмерный аналог.

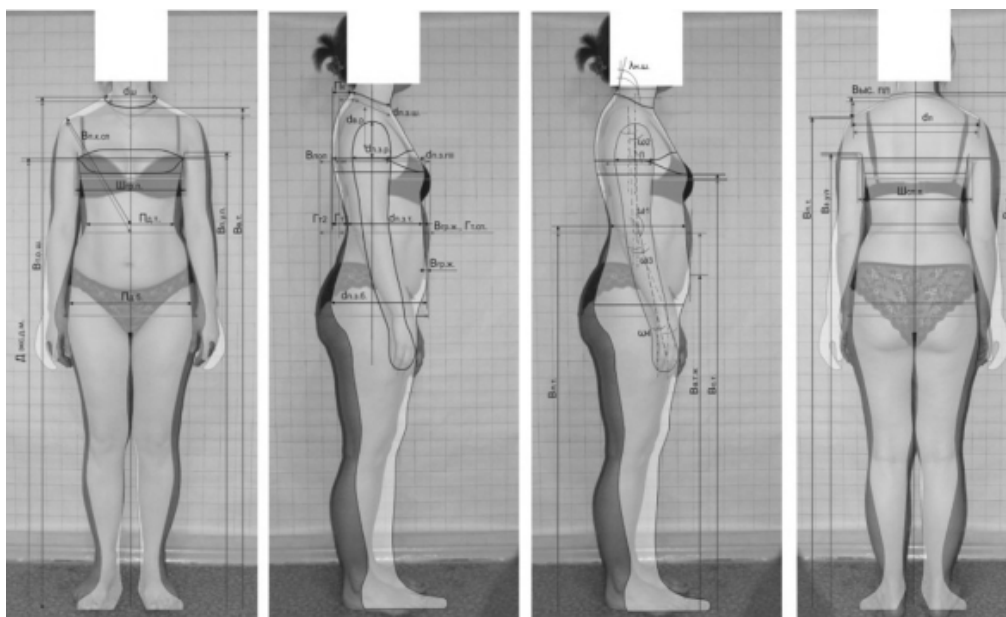


Рис. 3. Позиционирование антропометрических маркеров на абрисах индивидуальной и типовой (теневой контур) фигур

Доказано, что цифровое представление проектируемого изделия на достоверном виртуальном аватаре значительно ускоряет конструкторский этап проектирования. Процесс формирования цифровых деталей разрабатываемой модели одежды развивается в двух направлениях: 1) традиционное параметрическое 2D-проектирование с использованием механизма градации и генерации шаблонов с помощью искусственного интеллекта (*artificial intelligence/ AI*); 2) получение плоских разверток с трехмерного объекта – виртуального изделия, созданного вокруг 3D-аватара протягиванием через основные горизонтальные уровни поверхности сложной конфигурации, отстающей от внешнего контура фигуры на величины проекционных прибавок [16]. В зависимости от конфекцион-пакета

изделия проекционные прибавки могут быть скорректированы с учетом толщины пододежного слоя [17].

Работая с индивидуальными трехмерными фигурами, дизайнер должен помнить, что модная пространственная конфигурация проектируемого изделия должна быть сохранена на фигурах любых типов. Для визуализации отклонений индивидуального телосложения от типового целесообразно проводить сопоставление виртуальных аналогов фигур и анализ взаиморасположения контуров на 3D-моделях и плоских абрисах сечений по основным уровням (рис. 4).

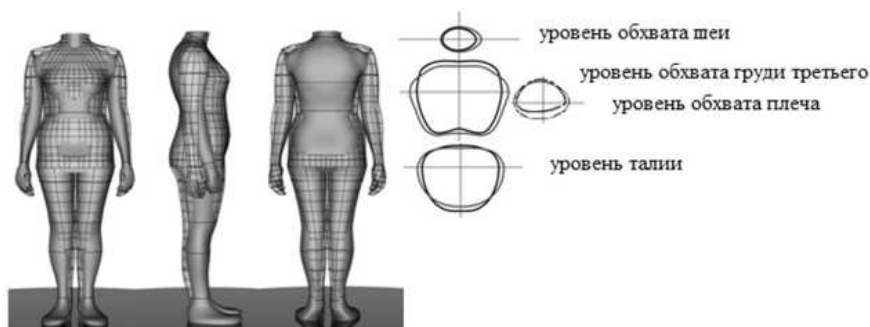


Рис. 4. Иллюстрация процесса аналитического исследования контуров позиционированных фигур [15]

Массовая кастомизация в швейной отрасли не возможна без достоверных виртуальных примерок. Причем клиент сам оценивает посадку выбранного изделия на персонализированном аватаре. Виртуальные примерочные сокращают длительность натуральных примерок, визуализируют проявление явных дефектов посадки еще на этапе проектирования (рис. 5), снижают материалоемкость процесса проектирования, благодаря возможности исключения при раскрое дополнительных припусков на уточнение. Кроме того, онлайн-примерки позволяют оценить пропорции изделия и целесообразность его приобретения клиентом.

Таким образом, систематизация проведенных исследований показала перспективность и научную обоснованность процесса извлечения цифровой антропометрической информации для совершенствования виртуальных аватаров типовых фигур. Успешная реализация стратегии кастомизации в отечественной швейной отрасли

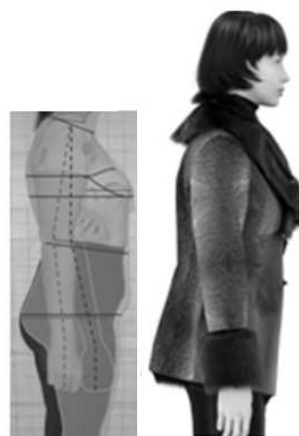


Рис. 5. Виртуальная примерка мехового полупальто на виртуальном симуляторе CLO 3D, визуализирующая проявление балансового дефекта на фигуре с выпрямленной осанкой и выступающими ягодицами

возможна при наличии доступной бесконтактной антропометрии, интеграционного инструментария для обработки сканированных изображений в САД-системах, интерактивной 3D-технологии проектирования швейных изделий.

1. Le K. Virtual Textiles: Making Realistic Fabrics in 3D // AATCC REVIEW. 2017, Vol.17, Is.3. P. 31–37.
2. Андреева Е.Г., Лунина Е.В., Петросова И.А. и др. Научные исследования и разработки в области конструирования швейных изделий. М., 2016. Кн. 1.
3. Гетманцева В.В., Гончарова А.С., Никитина Н.В. и др. Влияние показателей физико-механических свойств тканей на пространственную форму плечевого изделия // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2011. № 6. С. 88–94.
4. Volino P., Magnenat-Thalmann N. Accurate Garment Prototyping and Simulation // Computer-Aided Design and Applications. 2005. Vol. 2. Iss. 5. P. 645–654.
5. Гусева М.А. Виртуальная биомеханика для автоматизированного проектирования одежды // Дизайн и технологии. 2010. № 20 (62). С. 21–28.
6. Рогожин А.Ю., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Моделирование процесса формообразования поверхности одежды // Дизайн и технологии. 2017. №. 60 (102). С. 25–34.
7. Hu P., Li D., Wu G., Komura T., Zhang D., Zhong Y. Personalized 3D mannequin reconstruction based on 3D-scanning // International Journal of Clothing Science and Technology. 2018. Vol. 30, Iss. 2. P. 159–174.
8. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. М.: Наука, 1965. 256 с.
9. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений. М.: Изд-во «Институт практической психологии»; Воронеж: МОДЭК, 1997. 608 с.
10. Гусев И.Д., Родионова М.А., Кашеев О.В. и др. Цифровая антропометрия в индустрии реабилитационных швейных изделий // Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТРС-2019). М.: МГГЭУ, 2018. С. 48–52.
11. Гетманцева В.В., Гальцова Л.О., Бояров М.С. и др. Методика проектирования виртуального манекена // Швейная промышленность. 2011. № 6. С. 32–34.
12. Areagyei P.R. Application of 3D body scanning technology to human measurement for clothing fit // International Journal of Digital Content Technology and its Applications. 2010. Vol. 4, Iss. 7. P. 58–68.
13. Song H.K., Ashdown S.P. Development of Automated Custom-Made Pants Driven by Body Shape // Clothing and Textiles Research Journal. 2012. Vol. 30. Iss.4. P. 315–329.
14. Тутова А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Белгородский В.С. Идентификация антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели женской фигуры // Свидетельство о регистрации базы данных RUS 2019620408 01.03.2019.
15. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Белгородский В.С. Патент на изобретение RUS 2669688 05.04.2017. Способ проектирования конструкций одежды на основе совмещения виртуальных образов типовой и индивидуальной фигур. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГУ им. А. Н. Косыгина: опубли. 05.04.2017. 23 с.
16. Гетманцева В.В., Андреева Е.Г. Обобщенная модель процесса параметрического проектирования одежды // Современные задачи инженерных наук: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума. М., 2017. С. 86–90.
17. Свидетельство о регистрации базы данных RUS 2019620487 01.03.2019.
18. Тутова А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Белгородский В.С. Формирование поверхности манекена с учетом толщины пододежного слоя. Свидетельство о регистрации базы данных RUS 2019620487 01.03.2019.

Транслитерация

1. Le K. Virtual Textiles: Making Realistic Fabrics in 3D // AATCC REVIEW. – 2017, Vol.17, Is.3. -P.31-37
2. Andreeva E.G., Lunina E.V., Petrosova I.A., Guseva M.A., Getmantseva V.V., Bazaev E.M., SHpachkova A.V., CHizhova N.V., Stepanishheva A.N., Gutorova N.V., Kiseleva M.V., Rudneva T.V., Nikitina N.V. Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti konstruirovaniya shvejnykh izdelij. M., 2016. Kn. 1.
3. Getmanceva V.V., Goncharova A.S., Nikitina N.V., Andreeva E.G. Vliyanie pokazatelej fiziko-mekhanicheskikh svoystv tkanej na prostranstvennyuyu formu plechevogo izdeliya. // Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. Ivanovo: IvGTA 2011. № 6. S. 88–94.
4. Volino P., Magnenat-Thalmann N. Accurate Garment Prototyping and Simulation// Computer-Aided Design and Applications. 2005. Vol.2, Is. 5. P. 645–654.
5. Guseva M.A. Virtual'naya biomekhanika dlya avtomatizirovannogo proektirovaniya odezhdyy // Dizajn i tekhnologii. 2010. № 20 (62). S. 21–28.
6. Rogozhin A.YU., Guseva M.A., Andreeva E.G. Modelirovanie processa formoobrazovaniya poverhnosti odezhdyy // Dizajn i tekhnologii. 2017. №. 60 (102). S. 25–34.
7. Hu P., Li D., Wu G., Komura T., Zhang D., Zhong Y. Personalized 3D mannequin reconstruction based on 3D scanning// International Journal of Clothing Science and Technology. 2018, Vol.30, Is.2. P. 159–174.
8. Gurfinkel' V.S., Koc YA.M., SHik M.L. Regulyaciya pozy cheloveka. M.: Nauka. 1965. 256 s.
9. N.A.Bernshtejn. Biomekhanika i fiziologiya dvizhenij. M.: Izdatel'stvo «Institut prakticheskoy psihologii, Voronezh: NPO «MODEK», 1997. 608 s.
10. Gusev I.D., Rodionova M.A., Kashcheev O.V., Petrosova I.A., Guseva M.A., Andreeva E.G., Razin I.B. Cifrovaya antropometriya v industrii reabilitacionnykh shvejnykh izdelij // V Sbornike Intellektual'nye tekhnologii i sredstva reabilitacii i abilitacii lyudej s ograničennymi vozmozhnostyami (ITRS-2019). M.: MGGEU. 2018. S. 48-52.
11. Getmanceva V.V., Galcova L.O., Boyarov M.S., Guseva M.A., Metodika proektirovaniya virtualnogo manekena // Shvejnyaya promyshlennost. 2011. 6. S. 32-34.
12. Apeageyi P.R. Application of 3D body scanning technology to human measurement for clothing Fit // International Journal of Digital Content Technology and its Applications. 2010. Vol.4, Is.7. P. 58–68.
13. Song H.K., Ashdown S.P. Development of Automated Custom-Made Pants Driven by Body Shape // Clothing and Textiles Research Journal. 2012, Vol. 30, Is.4. P. 315–329.
14. Tutova A.A., Petrosova I.A., Andreeva E.G., Guseva M.A., Belgorodskij V.S. Identifikaciya antropometricheskikh toček i razmernykh priznakov na trekhmernoj modeli zhenskoy figury // Svidetel'stvo o registracii bazy dannyh RUS 2019620408 01.03.2019
15. Guseva M.A., Andreeva E.G., Petrosova I.A., Belgorodskij V.S. Sposob proektirovaniya konstrukcij odezhdyy na osnove sovmeshcheniya virtual'nykh obrazov tipovoj i individual'noj figur // Patent na izobretenie RUS 2669688 05.04.2017
16. Getmantseva V.V., Andreeva E.G. Obobshhennaya model' protsessa parametricheskogo proektirovaniya odezhdyy // Sbornik: Sovremennyye zadachi inzhenernykh nauk sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma. M., 2017. S. 86–90.
17. Tutova A.A., Petrosova I.A., Andreeva E.G., Guseva M.A., Belgorodskij V.S. Formirovanie poverhnosti manekena s uchetom tolshchiny pododezhnogo sloya // svidetel'stvo o registracii bazy dannyh RUS 2019620487 01.03.2019.

© М.А. Гусева, 2019

© В.В. Гетманцева, 2019

© Е.Г. Андреева, 2019

© И.А. Петросова, 2019

Для цитирования: Гусева М.А., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Параметризация цифровой антропометрической информации для 3D-проектирования швейных изделий // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2019. Т. 11. № 2. С. 130–138.

For citation: Guseva M.A., Getmantseva V.V., Andreeva E.G., Petrosova I.A. Parametrization of digital anthropometric information for 3D-projection of sewing products, *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service*, 2019, Vol. 11, № 2, pp. 130–138.

DOI [dx.doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2019-2/130–138](https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2019-2/130-138)

Дата поступления: 23.04.2019.