

УДК 687.1

М.А. Гусева¹

В.В. Гетманцева²

Е.Г. Андреева³

И.Б. Разин⁴

И.А. Петросова⁵

И.Д. Гусев⁶

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

Технологии 3D-печати в производстве персонализированных швейных изделий

Иновационные 3D-проектирование и печать повсеместно применяются в современных отраслях народного хозяйства. Аддитивные технологии востребованы и в индустрии моды. Известны дизайнерские коллекции одежды, обуви и аксессуаров, выполненные с помощью 3D-печати. Пока эти изделия относят к категории произведений искусства, а не предметам повседневного гардероба. Недостатками современной напечатанной одежды являются не только футуристичность и единичность моделей, но и неизменяемость пространственной конфигурации из-за неразъемности конст-

¹ Гусева Марина Анатольевна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий; e-mail: guseva_marina67@mail.ru

² Гетманцева Варвара Владимировна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий; e-mail: getmantseva@inbox.ru

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

⁴ Разин Игорь Борисович – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой информационных технологий; e-mail: igor-razin@yandex.ru

⁵ Петросова Ирина Александровна – д-р техн. наук, профессор кафедры информационных технологий; e-mail: 76802@mail.ru

⁶ Гусев Иван Дмитриевич – магистрант кафедры информационных технологий; e-mail: gusev_ivan97@mail.ru

рукций и недостаточной гибкости фотополимеров. Перечисленные недостатки значительно ограничивают модификацию 3D-изделий в условиях массового применения при существующем многообразии пространственных форм фигур населения. Однако жесткость и прочность филаментов востребованы в сложных формозадающих каркасных системах в швейные изделия. 3D-каркасы из пластика заменили старомодные материалы – дерево, гипс, металл, китовый ус, а технологии 3D-печати успешно конкурируют с формованием и литьем. Аддитивной печатью создают ювелирные украшения, фактурные подошвы обуви, декоративные аксессуары и головные уборы, сложные пространственные формы деталей поддерживающих корсетов и ребра жесткости в швейные реабилитационные чехлы.

В статье рассмотрены и систематизированы основные этапы создания трехмерных объектов для процесса аддитивного проектирования, проанализированы материалы и технологии 3D-печати. Рассмотрен процесс 3D-проектирования и получения гибкой поверхности одежды с элементами 3D-печати каркасных и отделочных элементов. Рассмотрен процесс проектирования дискретных формозадающих каркасов в реабилитационные изделия. Персонализации пространственной формы напечатанных 3D-изделий достигают разъемностью поверхности и введением гибких текстильных элементов.

Ключевые слова и словосочетания: аддитивные технологии, филаменты для 3D-печати, 3D-моделирование, формозадающие каркасы, параметрическое проектирование.

M.A. Guseva

V.V. Getmantseva

E.G. Andreeva

I.B. Razin

I.A. Petrosova

I.D. Gusev

The Kosygin State University of Russia
Moscow, Russia

3D printing technologies in production of personalized sewing products

Innovative 3D design and printing are widely used in modern sectors of the national economy. Additive technologies are also in demand in the fashion industry. Famous designer collections of clothing, footwear and accessories, made using 3D printing. So far, these products are classified as works of art, and not objects of everyday wardrobe. The disadvantages of modern printed clothing are not only the futuristic and uniqueness of the models, but also the invariability of the spatial configuration due to the inseparability of structures and the lack of flexibility of photopolymers. The listed disadvantages significantly limit the modification of 3D products in conditions of mass use with the existing variety of spatial forms of population figures. However, the stiffness and strength of filaments are in demand in complex shaping frame systems for garments. 3D plastic frames have replaced old-fashioned materials – wood, plaster, metal, whalebone, and 3D printing technologies

successfully compete with molding and casting. Additive printing is used to create jewelry, textured shoe soles, decorative accessories and hats, complex spatial forms of parts of supporting corsets and stiffeners into sewing rehabilitation covers.

The article discusses and systematizes the main stages of creating three-dimensional objects for the process of additive design, analyzes the materials and technologies of 3D printing. The process of 3D design and production of a flexible clothing surface with 3D printing elements of frame and finishing elements is considered. The process of designing discrete shaping frames into rehabilitation products is considered. The personification of the spatial form of 3D printed products is achieved by surface separability and the introduction of flexible textile elements.

Keywords: additive technologies, filaments for 3D printing, 3D modeling, shaping frames, parametric design.

Развитие науки и инновационных технологий стало мощным стимулом внедрения в швейной отрасли промышленности 3D-проектирования и печати [1]. Массовая цифровизация производств и глобализация экономики, направленные на интенсификацию и ускорение темпов развития модной индустрии, усложнили внедрение персонифицированных моделей [2]. Потребителям все чаще предлагают разнообразить гардероб одеждой быстрой моды («fast fashion») бюджетной ценовой категории [3]. Исследования показали, что доступность цифровых 3D графических программ, сопряженных с 3D-принтерами, способствовала внедрению на швейных производствах аддитивных технологий печати съемных декоративных элементов, произвольное сочетание которых позволяет потребителям разнообразить типовые модели одежды [2]. Начиная с 2011 года в индустрии моды популяризируют новаторские изделия – модные продукты (одежда, внешние корсеты, карнавальные костюмы, обувь, головные уборы, аксессуары, ювелирные украшения) создают в технике объемной печати [4–6]. В технике 3D-печати работают такие дизайнеры, как Iris van Herpen, Daniel Widrig, Francis Bitonti, Michael Schmidt, Jenna Fizel Mary Huang, Joachim Bischoff, Allen Harris и др.

В качестве материалов для печати в настоящее время используют высокотехнологичные полимеры, композиты, оптоволоконные кабели, текстильные волокна. Анализ технологий 3D-печати позволил выделить наиболее перспективные для швейной отрасли (рис. 1).

С момента появления трехмерной технологии печати для изготовления деталей применяли твердый пластик (PLA, ABS, PETG), гипс, фотополимеры, нейлон, мягкий металл (алюминий или медь) [7]. Перспективна технология SLS, когда для заправки 3D-принтера используют порошковый полимер, например Flex, придающий напечатанному объекту свойства эластичности [8]. Инновационными признаны высокотемпературные термопластичные полиуретаны (TPU), гибкость и прочность которых приближает свойства изделия к характерным для текстиля [4; 5]. Одежду, напечатанную из TPU, можно стирать машинным способом, форма остается стабильной. Прорывом в аддитивных технологиях признаны разработки компании Electroloom по созданию 3D-принтера, печатающего одежду путем распыления жидкой смеси волокон полиэстера и хлопка на шаблон будущего изделия [6]. Жидкая смесь распыляется на 3D-шаблон при помощи электромагнитных полей и застывает. Микроскопические волокна,

которые формируют 3D-изделие, имитируют свойства текстильных материалов: гибкость, пластичность, воздухопроницаемость. Преимуществом 3D-изделий является их бесшовность, что оптимизирует процесс их производства, исключая необходимость в швейном оборудовании.



Рис. 1. Классификация технологий 3D-печати



Рис. 2. Аппарат 3D-принтер компании Electroloom [6]

Проектирование объекта в трехмерном пространстве осуществляется с помощью различных программ, таких, например, как Autodesk 3D, Max Studio,

Fusion 360, Blender 3D, Компас 3D, CLO3D, 3D Rhinoceros, Fusion 360, Tinker CAD, Sketchup [9; 10]. Также возможно проектирование в двухмерном пространстве Adobe Illustrator или AutoCAD для дальнейшего экспорта и работы с объектом в трехмерном пространстве. Важным этапом является оценка трехмерной конфигурации проектируемого объекта для 3D-печати (рис. 3), при этом, заказывая цифровые модели, дизайнеры часто используют аутсорсинговые услуги [4].



Рис. 3. Визуализация 3D-объекта проектирования для объемной печати (разработка Shapeways, 3D Hubs и XYZ Limitless) [4]

Анализ программного обеспечения для 3D-моделирования объектов объемной печати показал, что дизайнеры используют два основных метода – полигонное и твердотельное. Полигонное моделирование предназначено для проектирования сложных геометрических объектов, например, цифровых аналогов тела человека, животных, сложных технических объектов (фюзеляж самолета, машины и т.п.). Полигонным моделированием создают системы разнонаправленных плоскостей (полигонов), совмещая их в 3D-объекты нужной конфигурации. Степень детализации объекта при этом пропорциональна количеству полигонов. Твердотельное моделирование основано на сочетании в проектируемом объекте простых графических примитивов (линий, поверхностей). 3D-объекты проектируют соединением готовых шаблонных форм с последующей их деформацией.

Для экспериментальной апробации программного обеспечения выбраны три графические программы: 3D Max Studio, Fusion 360 и 3D Rhinoceros. Выбор графических редакторов определило назначение проектируемых объектов. Поскольку аддитивные технологии предлагается широко использовать в проектировании швейных изделий, для разведывательного эксперимента выбраны три швейных изделия, отличающиеся ассортиментом и назначением: реабилитационное изделие для ног с 3D формозадающим каркасом, повседневный жакет со съемным декоративным 3D-элементом и нарядный женский комбинезон с отделочными деталями в технике 3D-печати.

Для проектирования реабилитационных изделий характерна тщательность проработки пространственной конфигурации с детализацией формы, обеспечивающей потребителям удобство и эргономичность изделий [11–13]. Проектирование 3D-формы формозадающего каркаса в реабилитационный чехол для ног выполнено в САПР 3D Rhinoceros (рис. 4), графический инструментарий которой дает возможность обрабатывать сканированные объекты [14]. Для геометрического моделирования антропоморфной формы каркаса применен плагин

Grasshopper, позволяющий на основе математических зависимостей выстроить сложный пространственный объект [10], автоматически изменяющий размеры в соответствии с антропоморфной характеристикой клиента [15–17]. В качестве прототипа для имитационного проектирования [18] дискретной поверхности каркаса выбрана ячеистая структура экзоскелетного гипса [19].

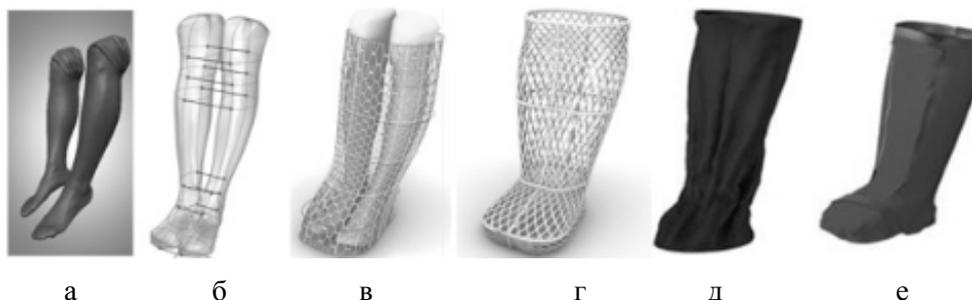


Рис. 4. Этапы проектирования 3D-каркаса в реабилитационный чехол для ног в САПР 3D Rhinoceros; а – цифровой двойник ног; б – антропометрические измерения для параметризации формы изделия; в – сетчатая поверхность; г – модель каркаса в реабилитационный чехол для ног; д – реабилитационный чехол для ног мягкой формы; е – реабилитационный чехол со съемным формозадающим внутренним каркасом

Сопряженность графического редактора САПР 3D Rhinoceros с настройками 3D-принтера позволяет качественно выполнить печать проектируемого объекта (рис. 5). В качестве материала для печати выбран гибкий филамент PET (полиэтиленгликоль терефталат) – пластик, выдерживающий внешние нагрузки. Разъемность изделия (рис. 5а) позволяет дифференцированно использовать каркас для защиты травмированных ног [18]. Особенностью процесса 3D-печати сложных геометрических объектов является обязательное наличие поддерживающих элементов (рис. 5б), которые удаляют после застывания филамента (рис. 5в).

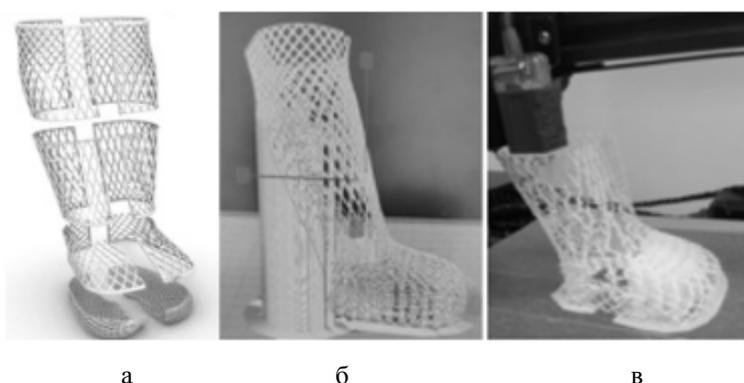


Рис. 5. Иллюстрация процесса 3D-печати каркаса в реабилитационный чехол для ног: а – разъемная геометрическая модель; б – промежуточный этап печати; в – готовый фрагмент нижней части каркаса (дизайн Гусева И. Д., магистранта РГУ им. А.Н. Косыгина)

Проектирование съемного декоративного 3D-элемента для повседневного жакета выполнено в САПР Fusion 360. На выбор графического редактора повлияла возможность Fusion 360 поддерживать форматы программ-слайсеров (настроек 3D-принтеров), рассчитывающих виртуальный процесс 3D-печати: задание параметров прутка пластика и положения осей, температурный режим, настройки печатающей головки. В качестве филамента выбран пластик PLA, прочный и длительно сохраняющий приданную в процессе печати форму (рис. 6). Инструментарий САПР позволяет параметрически изменить геометрию и параметры проектируемого объекта [21].



Рис. 6. Фрагменты печати декоративного элемента (дизайн Е.Р. Суржанской, бакалавра РГУ им. А.Н. Косыгина)

Разработка дизайна детали декоративного элемента в технике 3D-печати для отделки нарядных изделий проведена в САПР Adobe Illustrator (рис. 7а) и 3D Max Studio (рис. 7б). Общий для выбранных программ формат SVG позволяет выполнить импорт/экспорт файлов для визуализации и задания параметров деталей при печати. В целях придания отделочному элементу гибкости разработана методика печати с поэтапным введением в процесс дополнительного материала – сетки. Экспериментально установлено, что этап 3D-печати необходимо разделить на две стадии. На первом этапе выполняют послойную печать объекта (количество слоев – 4). Далее на рабочую поверхность принтера размещают

сетку и выполняют плавление PLA-филамента. После застывания пластика все слои прочно склеиваются (рис. 7в).

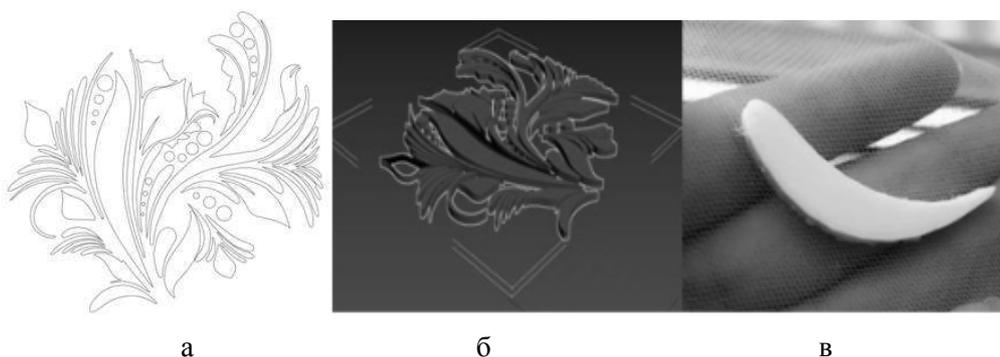


Рис. 7. Этапы разработки дизайна гибкого отделочного элемента с элементами 3D-печати: а – разработка эскиза в САПР Adobe Illustrator; б – визуализация элемента в САПР 3D Max Studio; в – фрагмент отделочного элемента, напечатанный на сетке (дизайн А.О. Гркиян, бакалавра РГУ им. А.Н. Косыгина)

Вывод. Современный уровень развития аддитивных технологий, широкий ассортимент 3D-принтеров и новейших филаментов расширяют границы применения технологий 3D-печати и позволяют получать уникальные изделия для швейного производства. Проведенные исследования показали перспективность применения аддитивных технологий в производстве швейных изделий. Напечатанные объекты сложных пространственных форм востребованы в производстве изделий различного назначения – в повседневной и нарядной одежде и головных уборах, в изделиях специального назначения и реабилитационной направленности. Растущая пользовательская компетентность и сформированные у специалистов отрасли навыки работы в графических программах позволяют не только упростить и расширить производство одежды, созданной с помощью трехмерных технологий и 3D-печати, но и сформировать новую эстетику будущего социума.

1. Научные исследования и разработки в области конструирования швейных изделий / Е.Г. Андреева, Е. В. Лунина, И. А. Петросова [и др.]. – Москва: Спутник+, 2016. Кн. 1. – 170 с.
2. Алибекова М. И., Гетманцева В. В., Кузнецова А. М. Разработка дизайна и концепции капсульной коллекции верхней одежды с внедрением инновационных технологий 3D-печати // Дизайн и технологии. – 2019. – №72 (114). – С. 14–19.
3. Цифровизация дефектов одежды для оптимизации аутсорсингового изготовления «fast fashion» коллекций / М. А. Гусева, В. В. Гетманцева, Е. Г. Андреева [и др.] // Дизайн и технологии. – 2019. – № 75 (117). – С. 43–48.
4. Индустрия моды осваивает 3D-печать. – Текст: электронный // 3DRep. МОДА: [сайт]. – URL: <http://www.printfuture.ru/moda/> (дата обращения: 25.11.19).
5. Печать одежды на 3D-принтере. – Текст: электронный // MAKE 3D: [сайт]. – URL: <https://make-3d.ru/articles/pechat-odezhdy-na-3d-printere/> (дата обращения: 25.11.19).

6. Electroloom: 3D-принтер для одежды вышел на Kickstarter. – Текст: электронный // ХАБР: [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/post/365535/> (дата обращения: 05.12.19).
7. Применение материалов для объемной печати в проектировании швейных изделий / М. А. Гусева, В. В. Гетманцева, Е. Г. Андреева [и др.] // Новые материалы и перспективные технологии: сборник статей Четвертого междисциплинарного научного форума с международным участием, 2018. – С. 362–365.
8. Шахматова Ю. Д., Гетманцева В. В., Андреева Е. Г. Использование аддитивных технологий в производстве одежды // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2018): сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции, 2018. – С. 239–242.
9. Цифровые инновационные технологии в производстве высокофункциональных изделий / Е. Г. Андреева, В. В. Гетманцева, М. А. Гусева [и др.] // Дизайн и Технологии. – 2019. – №71 (113). – С. 40–48.
10. Параметризация виртуального проектирования реабилитационных изделий антропометрической формы / М. А. Гусева, Е. Г. Андреева, И. А. Петросова [и др.] // Дизайн и технологии. – 2019. – № 74 (116). – С. 39–47.
11. Ayachit S., Thakur M. Functional clothing for the differently abled// Indian Journal of Public Health Research and Development. – 2017. – Vol. 8, №4. – P. 904.
12. Designing functional clothes for persons with locomotor disabilities / A. Curteza, V. Cretu, L. Macovei, M. Poboroniuc // Autex Research Journal. – 2014. – Vol. 14, №4. – P. 281–289.
13. Kabel A., Dimka J., McBee-Black K. Clothing-related barriers experienced by people with mobility disabilities and impairments // Applied Ergonomics. – 2017. – Vol. 59, Is. A. – P. 165–169.
14. Формозадающие каркасные системы в швейные изделия с функцией фиксации положения ног / И. Д. Гусев, О. В. Кашеев, И. Б. Разин [и др.] // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2019. – № 1-2. – С. 86–89.
15. Мешок для ног в инвалидную коляску / М. А. Гусева, Е. Г. Андреева, О. В. Ключкова [и др.]. Патент на полезную модель № 185890 RU; опубл. 21.12.2018; бюл. № 36.
16. Систематизация входной информации для проектирования швейных изделий со специальными свойствами / М. А. Гусева, В. В. Гетманцева, Е. Г. Андреева [и др.] // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 112–121.
17. Параметрическое проектирование реабилитационных изделий / И. Д. Гусев, И. Б. Разин, М. А. Гусева [и др.]. Свидетельство о регистрации базы данных № 2020620375 RUS 28.02.2020; бюл. № 3, заявл. 2020620175 от 12.02.2020.
18. Рогожин А. Ю., Гусева М. А., Андреева Е. Г. Имитационная модель процесса формообразования поверхности одежды // Дизайн и технологии. – 2018. – № 63 (105). – С. 47–49.
19. Экзоскелетный гипс на 3D-принтере. – Текст: электронный // Драйв: [сайт]. – URL: <https://drivems.by/news/ekzoskeletnyj-gips-na-3d-printere/> (дата обращения: 01.12.2018).
20. Каркас в реабилитационное изделие / И. Д. Гусев, И. Б. Разин, М. А. Гусева [и др.]. Патент на ПМ № 198 821 U1; опубл. 29.07.2020; бюл. № 22; заявл. 11.03.2020.
21. Гетманцева В. В., Андреева Е. Г. Обобщенная модель процесса параметрического проектирования одежды // Современные задачи инженерных наук: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума. – Москва, 2017. – С. 86–90.

Транслитерация

1. Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti konstruirovaniya shvejnyh izdelij / E. G. Andreeva, E. V. Lunina, I. A. Petrosova [i dr.]. – Moskva: Sputnik+, 2016. Kn. 1. – 170 s.

2. Alibekova M. I., Getmanceva V. V., Kuznecova A. M. Razrabotka dizajna i koncepcii kapsul'noj kolleksii verhnjej odezhdy s vnedreniem innovacionnyh tekhnologij 3D-pechat' // Dizajn i tekhnologii. – 2019. – №72 (114). – S. 14–19.
3. Cifrovizaciya defektov odezhdy dlya optimizacii outsorsingovogo izgotovleniya «fast fashion» kolleksij / M. A. Guseva, V. V. Getmanceva, E. G. Andreeva [i dr.] // Dizajn i tekhnologii. – 2019. – № 75 (117). – S. 43–48.
4. Industriya mody osvvaivaet 3D-pechat'. – Tekst: elektronnyj // 3DRep. MODA: [sajt]. – URL: <http://www.printfuture.ru/moda/> (data obrashcheniya: 25.11.19).
5. Pечат' odezhdy na 3D-printere. – Tekst: elektronnyj // MAKE 3D: [sajt]. – URL: <https://make-3d.ru/articles/pechat-odezhdy-na-3d-printere/> (data obrashcheniya: 25.11.19).
6. Electroloom: 3D-printer dlya odezhdy vyshel na Kickstarter. – Tekst: elektronnyj // HABR: [sajt]. – URL: <https://habr.com/ru/post/365535/> (data obrashcheniya: 05.12.19).
7. Primenenie materialov dlya ob'emnoj pechat' v proektirovanii shvejnyh izdelij / M. A. Guseva, V. V. Getmanceva, E. G. Andreeva [i dr.] // Novye materialy i perspektivnye tekhnologii: sb. stat. CHetvertogo mezhdisciplinarnogo nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem, 2018. – S. 362–365.
8. Shahmatova Yu. D., Getmanceva V. V., Andreeva E. G. Ispol'zovanie additivnyh tekhnologij v proizvodstve odezhdy // Innovacionnoe razvitie legkoj i tekstil'noj promyshlennosti (INTEKS-2018): sbornik materialov Vserossijskoj nauchnoj studencheskoj konferencii, 2018. – S. 239–242.
9. Cifrovye innovacionnye tekhnologii v proizvodstve vysokofunkcional'nyh izdelij / E. G. Andreeva, V. V. Getmanceva, M. A. Guseva [i dr.] // Dizajn i Tekhnologii. – 2019. – №71 (113). – S.40–48.
10. Parametrizaciya virtual'nogo proektirovaniya reabilitacionnyh izdelij antropometricheskoj formy / M. A. Guseva, E. G. Andreeva, I. A. Petrosova [i dr.] // Dizajn i tekhnologii. – 2019. – № 74 (116). – S. 39–47.
11. Formozadayushchie karkasnye sistemy v shvejnye izdeliya s funkciej fiksacii polozheniya nog / I. D. Gusev, O. V. Kashcheev, I. B. Razin [i dr.] // Fizika voloknistyh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX). – 2019. – № 1-2. – S. 86–89.
12. Meshok dlya nog v invalidnyu kolyasku / M. A. Guseva, E. G. Andreeva, O. V. Klochkova [i dr.]. Patent na poleznuyu model' № 185890 RU; opubl. 21.12.2018. Byul. № 36.
13. Sistematizaciya vhodnoj informacii dlya proektirovaniya shvejnyh izdelij so special'nymi svoystvami / M. A. Guseva, V. V. Getmanceva, E. G. Andreeva [i dr.] // Territoriya novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa. – 2018. – T. 10, № 4. – S. 112–121.
14. Parametricheskoe proektirovanie reabilitacionnyh izdelij / I. D. Gusev, I. B. Razin, M. A. Guseva [i dr.]. Cvidetel'stvo o registracii bazy dannyh № 2020620375 RUS 28.02.2020; byul. № 3, zayavl. 2020620175 ot 12.02.2020.
15. Rogozhin A. YU., Guseva M. A., Andreeva E. G. Imitacionnaya model' processa formobrazovaniya poverhnosti odezhdy // Dizajn i tekhnologii. – 2018. – № 63 (105). – S. 47–49.
16. Ekzoskeletnyj gips na 3D-printere. – Tekst: elektronnyj // Drajv: [sajt]. – URL: <https://drivens.by/news/ekzoskeletnyj-gips-na-3d-printere/> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
17. Karkas v reabilitacionnoe izdelie / I. D. Gusev, I. B. Razin, M. A. Guseva [i dr.]. Patent na PM № 198 821 U1; opubl. 29.07.2020; byul. № 22; zayavl. 11.03.2020.
18. Getmanceva V. V., Andreeva E. G. Obobshchennaya model' processa parametricheskogo proektirovaniya odezhdy // Sovremennye zadachi inzhenernyh nauk: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma. – Moskva, 2017. – S. 86–90.

© М. А. Гусева, 2020

© В. В. Гетманцева, 2020

© Е. Г. Андреева, 2020

© И. Б. Разин, 2020

© И. А. Петросова, 2020

© И. Д. Гусев, 2020

Для цитирования: Гусева М. А., Гетманцева В.В., Андреева Е. Г., Разин И. Б., Петросова И. А., Гусев И. Д. Технологии 3D-печати в производстве персонифицированных швейных изделий // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2020. – Т. 12, № 3. – С. 132–142.

For citation: Guseva M. A., Getmantseva V. V., Andreeva E. G., Razin I. B., Petrosova I. A., Gusev I. D. 3D printing technologies in production of personalized sewing products, *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service*, 2020, Vol. 12, № 3, pp. 132–142.

DOI [dx.doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2020-3/132-142](https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2020-3/132-142)

Дата поступления: 12.08.2020.