

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2023, Том 8, № 4 / 2023, Vol. 8, Iss. 4 <https://kostumologiya.ru/issue-4-2023.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/18TLKL423.pdf>

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности (технические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Дугельная, К. Н. Внедрение технологии 3D-печати в производство швейных изделий на примере корсета женского с объемными элементами из термопластика / К. Н. Дугельная, Е. В. Лунина // Костюмология. — 2023. — Т. 8. — № 4. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/18TLKL423.pdf>

**For citation:**

Dugelnaia K.N., Lunina E.V. Introduction of 3D printing technologies into the production of garments based on women's corsets with three-dimensional thermoplastic elements. *Journal of Clothing Science*. 2023; 8(4): 18TLKL423. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/18TLKL423.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 687.122

**Дугельная Ксения Николаевна**

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Аспирант

ООО «ОКБ Гардарика», Москва, Россия

Генеральный директор

E-mail: [dugelnaia.k@gmail.com](mailto:dugelnaia.k@gmail.com)

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1070427](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1070427)

**Лунина Екатерина Васильевна**

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Преподаватель, профессор кафедры «Художественного моделирования,  
конструирования и технологии швейных изделий»

Доктор технических наук, доцент

E-mail: [lunina-ev@rguk.ru](mailto:lunina-ev@rguk.ru)

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=363910](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=363910)

## **Внедрение технологии 3D-печати в производство швейных изделий на примере корсета женского с объемными элементами из термопластика**

**Аннотация.** Инновационные технологии являются двигателем прогресса во всех сферах научных исследований и промышленности. Легкая промышленность находится на стадии подъема. Активно развиваются новые направления для обучения студентов, корректируется программа обучения с учетом автоматизации и оптимизации производственного процесса.

Предприятия легкой промышленности нацелены на повышение выпуска продукции в смену при высоком качестве швейных изделий. Этого возможно достигнуть при автоматизации производственных процессов, внедрении новых технологий обработки и инновационных материалов.

На сегодняшний день существует множество направлений развития швейных производств. В большей степени выпуск готовой продукции зависит от правильно выстроенного технологического процесса. Технологический процесс, в свою очередь, подвержен автоматизации, внедрению инновационных материалов и технологий.

Статья содержит информацию об экспериментальной работе с комбинациями текстиля и термопластика, используемого в технологии объемной печати. Рассмотрены возможности 3D-печати с использованием гибких термопластичных полимеров для придания одежде комплекса новых свойств при условии сохранения эргономики и гигроскопичности. Описаны результаты поиска оптимальных режимов прессования полимерных элементов различной толщины для склейки с текстильными материалами.

На примере женского корсета с объемными элементами из термопластика было проведено исследование технологического процесса, внедрение инновационной технологии в классическую и выстроен полный производственный цикл. Аддитивные технологии позволяют в трехмерной среде выстроить весь процесс создания изделия, от эскиза, до готовой модели. Трехмерная среда проектирования, в свою очередь, позволяет на этапе разработки исключить всевозможные дефекты с помощью использования трехмерной примерки.

**Ключевые слова:** трёхмерная печать полимером; технология изготовления швейных изделий; аддитивные технологии; 3D-печать деталей; 3D-принтер; термопластичный полимер; повышение рентабельности

### Введение

Скорость внедрения инновационных технологий в различные сферы жизни из года в год увеличивается. Раньше о многих вещах можно было только мечтать, а сейчас они окружают нас и активно используются в повседневной жизни.

Жизненный цикл модели швейного изделия зависит от следующих факторов: модных тенденций, качества используемых материалов и качества пошива. Потребитель хочет видеть в своем гардеробе только те изделия, которые изготовлены из качественных материалов, в которых будет комфортно находиться в любых ситуациях, они будут модными и изготовлены без дефектов. Чтобы привлечь потребителя предприятиям легкой промышленности постоянно необходимо оптимизировать процесс производства, расширять ассортимент новыми моделями, а также перестраивать производственный цикл, что влечет за собой потерю времени при частых запусках новых моделей.

Проведенное исследование рынка сбыта показало, что с 2021 г. по 2023 г. пользуются популярностью корсетные изделия. Они не выходят из первых строчек необходимых покупок всех модниц, а также их разновидности невозможно пересчитать. Аналитики пишут, что и после 2025 года корсет, как самостоятельный предмет гардероба, будет все также модной тенденцией [1].

Процесс производства корсета женского очень трудоемок. По назначению корсеты бывают следующих видов: декоративно-бельевые, декоративно-утягивающие, утягивающие корсеты для скрытого ношения, ортопедические корсеты или лечебные.<sup>1</sup>

Декоративно-бельевые корсеты стали частью образов, их внешний вид и конструкция была переработана настолько, что можно часто увидеть в повседневной жизни. Мягкий корсет подходит больше для повседневных образов, а жёсткий — для вечерних мероприятий [2].

Качество изготовленного корсета зависит от качества используемых материалов и хорошей посадки на фигуре [3]. Повседневный корсет состоит из ткани верха, косточек и подкладки, а корсет для вечерних мероприятий состоит из ткани верха, внутреннего жёсткого слоя корсета, косточек и подкладки.

---

<sup>1</sup> Антипова А.И. Конструирование и технология корсетных изделий: учебник для кадров массовых профессий. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 160 с., ил.

В изделиях корсетной группы используются инновационные материалы для создания комфортного состояния пододежного пространства и конкурентно способного дизайна. Инновационным материалом в лёгкой промышленности считается полимер. Его только начинают применять в производстве швейных изделий. Все исследования направлены на печать швейных изделий на 3D-принтере. Потребитель в аддитивной среде выбирает понравившуюся модель, примеряет ее на свою 3D фигуру и выводит на печать. В теории все просто. Рассмотрим на практике [4].

Производители полимеров для 3D-печати предлагают большой выбор пластиков, имеющих различные свойства. Для швейных изделий легкой промышленности использование полимера в изделиях должно сохранять комфортное состояние пододежного пространства. На основе проведенного анализа полимерных составов пластиков для 3D-печати установлено [5], что наиболее подходящий для процесса адгезии полимерного материала с текстильным — Easy Flex (TPU) [3].

Полимер Easy Flex TPU-A 95 имеет постоянные характеристики:

- плотность 1,15 г/см<sup>3</sup>;
- температура эксплуатации от -35°C до +100°C;
- прочность при растяжении слоев 27,96 МПа;
- прочность на изгиб 3,5 МПа;
- максимальная нагрузка на растяжение 662 Н;
- прочность на сжатие 6,0 МПа;
- твердость по Шору (шкала А) 95 [5].

Детали, напечатанные из полимера, могут быть использованы для придания комплекса свойств предмету одежды в целом, например, зональная жесткость может быть увеличена при одновременном декорировании, или защита от внешних ударных воздействий может быть выполнена при одновременном повышении стойкости к истиранию [6].

Стандартная технологическая обработка швейных изделий предполагает использование дополнительных дублирующих материалов для придания дополнительной жесткости, стабильности размеров и долговечности некоторым деталям одежды<sup>2</sup> [7]. Эти свойства одежды могут быть достигнуты за счет применения технологий 3D-печати с использованием полимеров при производстве одежды.

Однако в случае, если в производстве используются материалы с принципиально разными свойствами, как текстильный материал и полимерный элемент, в первую очередь необходимо решить задачу разработки метода соединения этих материалов [8].

**Целью** работы является обоснование перспективности внедрения технологии 3D-печати в классическую технологию изготовления швейных изделий на примере женского корсета с объемными элементами из термопластика, нацеленное на дальнейшую реализацию в массовом производстве и гарантирующее высокую эргономичность, комфортное состояние пододежного пространства и высокую надежность при эксплуатации изделия.

---

<sup>2</sup> REC — производство и продажа полимеров [Электронный источник] URL: <https://rec3d.ru/plastik-dlya-3d-printerov/pp/pp-plastik-rec-175mm-belyj/>, Дата доступа 15.09.2023.

## Методы и материалы

Расчетно-графические и инженерные методы построения разверток деталей одежды, цифровые технологии моделирования и печати 3D-объектов, современные методы и технические средства исследования физико-механических и эксплуатационных свойств одежных материалов. При изготовлении опытных образцов использованы как текстильные, так и нетекстильные материалы.

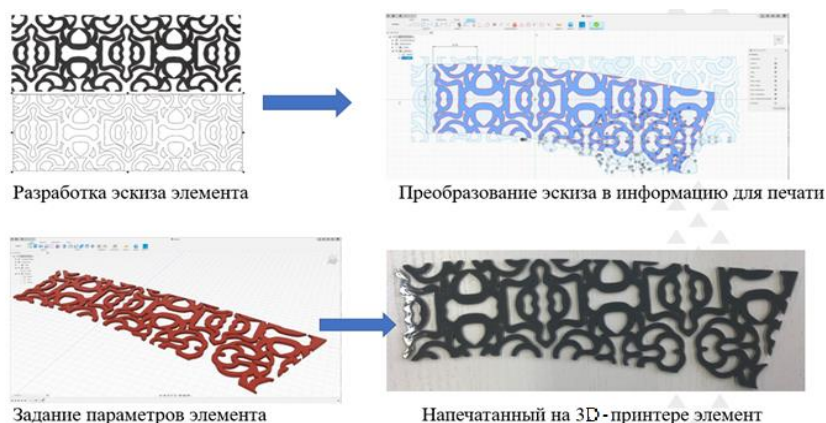
На примере корсета женского с объемными элементами из термопластика исследован процесс внедрения инновационной технологии в классическую. Описаны производственные этапы запуска в производство.

## Результаты и обсуждения

Обоснование перспективности внедрения технологии 3D-печати в классическую технологию изготовления швейных изделий необходимо начинать с подтверждения возможности изготовления таких полимерных деталей одежды, которые не приведут к снижению потребительских свойств швейного изделия в целом. С этой целью в работе были исследованы способы 3D-печати и скрепления полимерной детали с текстильной, а также влияние различных параметров технологического процесса изготовления полимерной детали и ее соединения с текстилем на физико-механические свойства получаемого элемента.

На первом этапе исследования печать объемного полимерного элемента была выполнена двумя способами: прямая печать элемента на ткани и печать объемного элемента самостоятельно с последующим скреплением его с тканью. По результатам оценки качества скрепления полимерного элемента с тканью и затрат на изготовление выбран второй способ, т. е. печать объемного полимерного элемента с последующим его скреплением с тканью. При этом разработка и изготовление объемного полимерного элемента является аддитивной технологией и состоит из следующих этапов (рис. 1):

- разработка эскиза 3D-элемента;
- преобразование эскиза в информационную модель, пригодную для печати на 3D-принтере;
- задание параметров 3D-элемента (цвет, толщина постоянная или переменная, размеры);
- печать на 3D-принтере.



**Рисунок 1.** Процесс создания полимерного 3D-элемента для применения в производстве одежды (рисунок авторов)

В ходе проведенных разведывательных экспериментов определено, что для внедрения технологии 3D-печати полимерами в производство швейных изделий с декоративно-отделочными 3D-элементами необходимо проанализировать процесс адгезии между полимером и текстильным материалом и определить оптимальные технологические параметры для его реализации [9; 10].

Выбор текстильных материалов, которые позволят выполнить надежное соединение текстиля с полимером путем воздействия повышенных температур и давления, т. е. термосплавки, необходимо выполнять согласно характеристикам полимера. Принимая в учет характеристики полимера Easy Flex TPU-A 95 опытным путем определено, что для процесса адгезии наилучшими показателями обладает льняной материал (100 % лён).

В процессе адгезии выявлено, что с точки зрения обеспечения прочного и комфортного на ощупь соединения текстиля и полимерного элемента, наилучшим является образец, выполненный из льняной ткани (х/б 50 %, п/а 50 %) плотностью 180 г/м<sup>2</sup> и полимера Easy Flex TPU-A 95 в результате прессования при температуре 220°C, t = 30 сек. Соединение между полимером и текстильным материалом прочное. Объемный элемент не нарушает целостность структуры, границы четкие, при нагревании полимер проникает в волокна ткани на 50 %, не проникает на изнаночную сторону ткани, сохраняет комфортное состояние пододежного пространства (рис. 2).

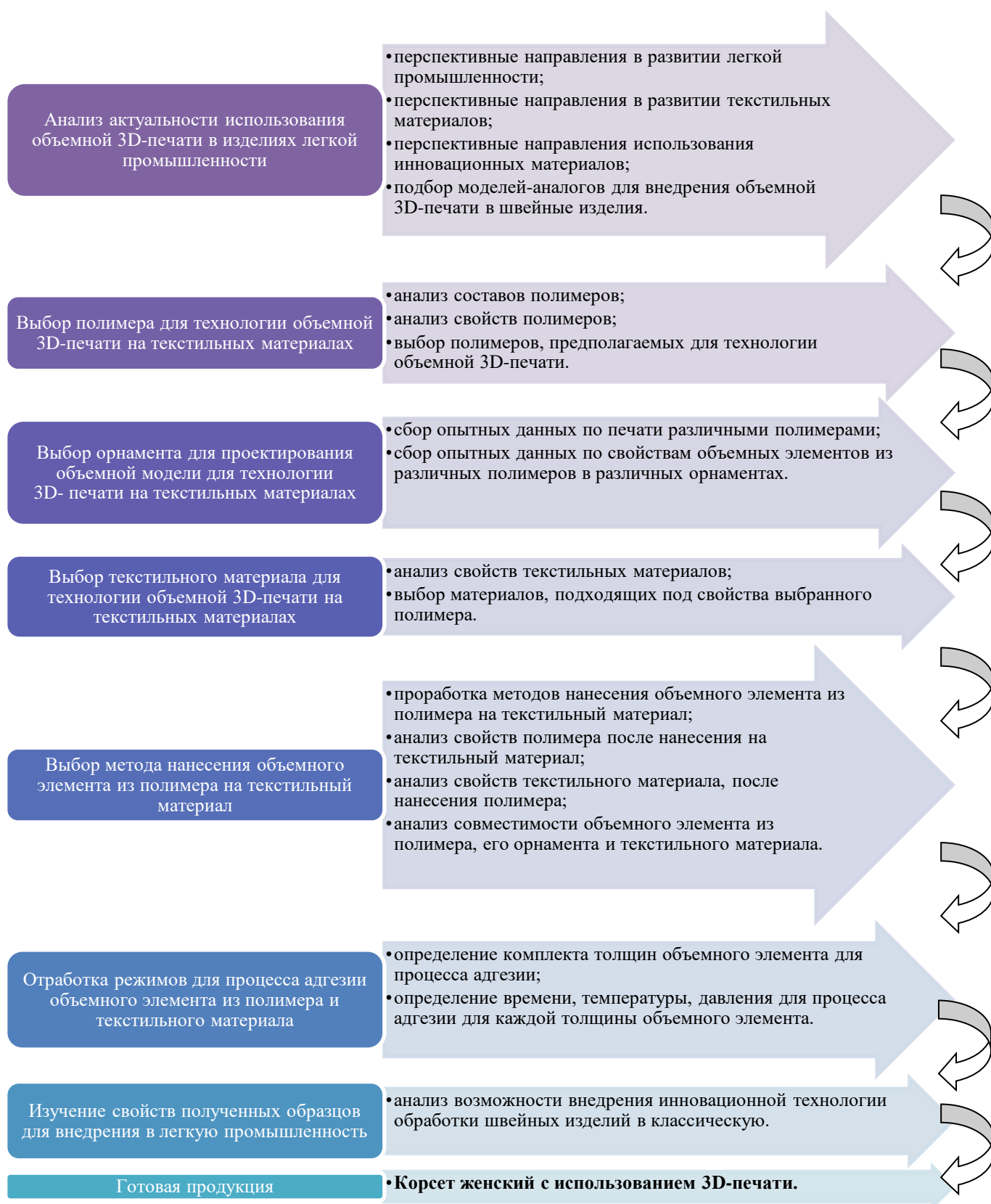


**Рисунок 2.** Процесс адгезии текстильного льняного материала с полимером (рисунок авторов)

Выявленные в результате проведенных практических исследований данные об оптимальных режимах изготовления полимерной детали методом 3D-печати и ее соединения путем термосплавки являются необходимой и достаточной информацией для перехода к разработке процесса производства швейных изделий с 3D-элементами из термопластичного полимера.

Процесс производства рентабельной модели заключается в анализе актуальности использования объемной 3D-печати, выборе необходимого пакета материалов и оборудования, разработке технологии нанесения объемных элементов из полимера на текстильный материал. Разработка структурной модели производства проектируемого изделия позволяет разделить на этапы процесс производства корсета женского с объемными элементами из термопластика. На рисунке 3 представлена полученная структурная модель решения производства корсета женского с использованием 3D-печати. Структурная модель состоит из взаимозависимых этапов производства корсета женского с применением инновационных технологий и материалов.



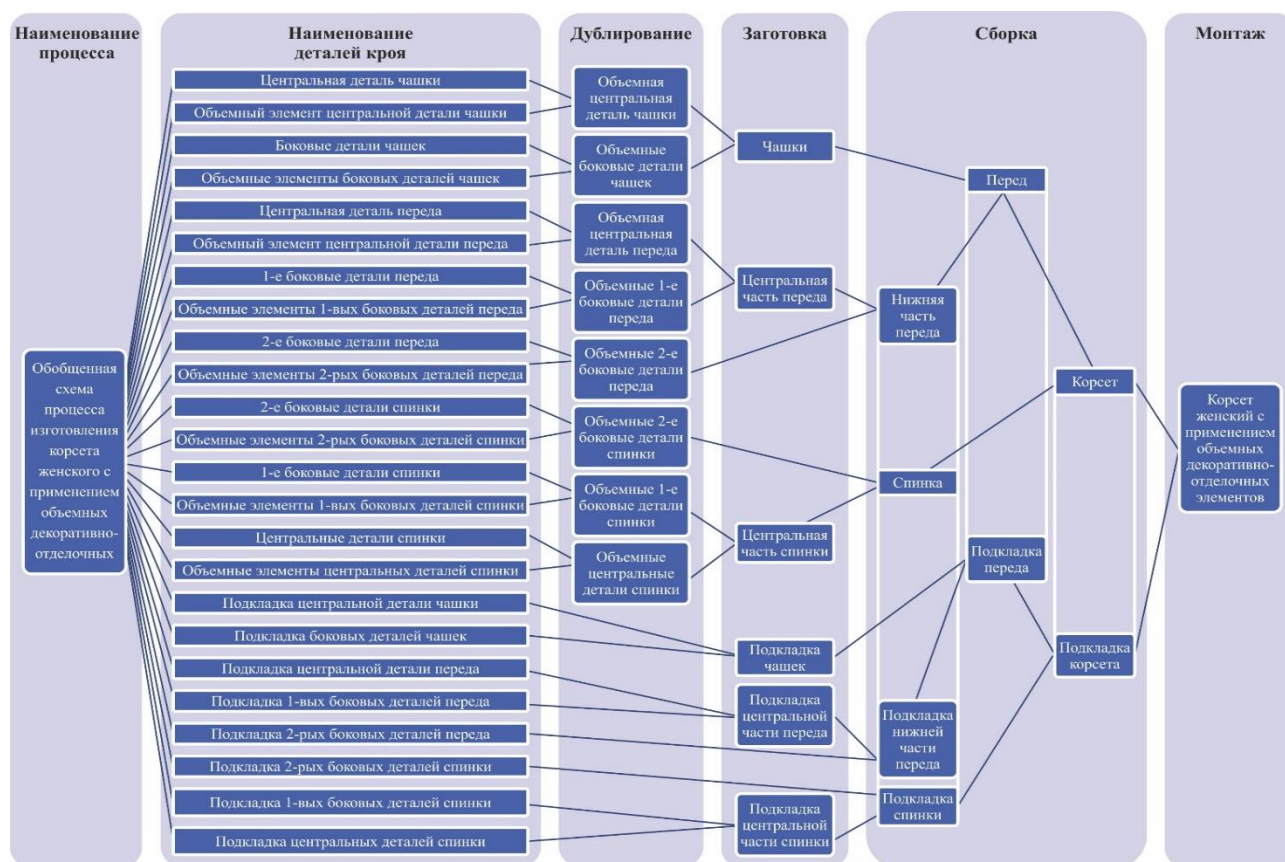


*Рисунок 3. Структурная модель решения производства корсета женского с использованием 3D-печати (рисунок авторов)*

Согласно предложенной модели производства процесс печати объемных элементов выполняется на этапе заготовки, что делает рисунок взаимозаменяемым на любой другой. Таким образом, возможно расширить модельный ряд, увеличить жизненный цикл модели и повысить рентабельность процесса производства.

### Концептуальная модель процесса проектирования нового швейного изделия на примере женского корсета

Для внедрения 3D-печати в классическую швейную технологию разработана концептуальная модель процесса проектирования нового швейного изделия на примере женского корсета, отличительной особенностью которого является наличие объемных декоративно-отделочных элементов из полимера.



**Рисунок 4.** Концептуальная модель процесса проектирования корсета женского с применением объемных декоративно-отделочных элементов из полимера (рисунок авторов)

Концептуальная модель процесса изготовления женского корсета с использованием объемных декоративно-отделочных элементов из полимера (рис. 4) состоит из блоков:

1. Входная информация:
  - свойства текстильных материалов;
  - свойства объемного элемента из полимера;
  - режимы процесса адгезии;
  - классическая технология обработки корсета женского.

2. Набор действий:
  - разделение технологического процесса обработки корсета женского на блоки;
  - блок дублирования стал основным и заменил множество ручных операций и жесткие формообразующие элементы в виде регилина;
  - выделились блоки заготовки и сборки;
  - блок монтажа стал самостоятельно единицей, состоящей из двух технологических операций.
3. Результат:
  - разработана концептуальная модель изготовления корсета женского с использованием объемных декоративно-отделочных элементов из полимера.

### **Изготовление корсета женский с применением объемных декоративно-отделочных элементов из термопластика**

Согласно разработанной концептуальной модели изготовлен женский корсет с применением объемных декоративно-отделочных элементов из термопластика (рис. 5).



*Рисунок 5. Корсет женский с применением объемных  
декоративно-отделочных элементов из термопластика (рисунок авторов)*

В корсете женском с объемными элементами из полимера объемные элементы расположены по всей площади корсета для повышения степени приталенности изделия, уменьшения деформации в процессе эксплуатации, повышения жесткости и прочности для увеличения срока службы изделия до физического износа ткани.

В корсете использован полимерный филамент, который позволил сохранить комфортное состояние пододежного пространства, упростил процесс производства без дополнительного использования регилина, косточек и клеевого дублирующего материала. Разработана технология обработки корсета женского с объемными элементами из термопластика. Использование объемных элементов из термопластика исключают использование дополнительных дублирующих и клеевых материалов, а также косточек и регилина. Процесс изготовления — технологичен, смена рисунка объемного элемента не влияет ни на одну технологическую операцию. Область и толщина объемного элемента зависит от желаемой степени приталенности изделия и задумки автора.



Время производства корсета сократилось в два раза. Результаты изготовления корсета, а именно снижение трудоемкости и затрат времени на изготовление и получение в итоге изделия, отвечающего всем требованиям, предъявляемым к корсетным изделиям, позволили сделать вывод о целесообразности и перспективности внедрения 3D-печати в производство предметов одежды.

### Заключение

Использование технологии трехмерной печати позволяет изготавливать объемные детали из полимера любой толщины, в зависимости от назначения изделий. Для корсета женского с применением объемных декоративно-отделочных элементов из полимера толщина полимерных деталей должна быть 2 мм.

Концептуальная модель процесса проектирования подтверждает разделение процесса на этапы и объединение инновационной технологии обработки с классической. Выделен этап дублирования, на котором возможна замена рисунка без перестроения производственного цикла и замены технологических операций, что позволяет расширить модельный ряд без ущерба производства. Использование 3D-печати для изготовления отдельных деталей, предназначенных для выполнения нескольких функций в одежде, позволяет снизить затраты времени на изготовление швейных изделий.

Изготовление опытного образца женского корсета с применением объемных декоративно-отделочных элементов из полимера показала целесообразности и перспективности внедрения 3D-печати в производство предметов одежды, поскольку не требует значительных дополнительных затрат, но позволяет сократить время и трудоемкость изготовления.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Tanvir, Mahady, Dip., Ayesha, Siddika, Emu., Nafiul, Hassan, Nafiz., Puja, Kundu., Hasnatur, Rahman, Rakhi., Abdullah, Sayam., Akhtarujjman., Mohammad, Shoaib., Shakil, Ahmed., Swimi, Tabassum, Ushno., Abdullah, Ibn, Asheque., Enamul, Hasnat., Mohammad, Abbas, Uddin., Abu, Sadat, Muhammad, Sayem. (2020). 3D printing technology for textiles and fashion. *Textile Progress*, 52(4): 167–260. doi: 10.1080/00405167.2021.1978223.
2. Лопандина, С.К. Инновации в проектировании женских корсетных изделий / С.К. Лопандина, М.П. Ивкин // Швейная промышленность. — 2005. — № 6. — С. 22.
3. Дугельная К.Н., Кузьмин А.Г., Лунина Е.В.: Применение аддитивных технологий в конструировании и моделировании швейных изделий. Всероссийская научно-практическая конференция «ДИСК 2020»: сборник материалов Часть 1. — М.: ФГБОУ ВО «РГУ имени А.Н. Косыгина», 2020. — 268 с., с. 262–268. Москва. 2020 г.
4. Наука — текстильному производству: новейшие отраслевые научные разработки в сфере технического текстиля и практический опыт их применения: Сборник докладов участников Второго Международного научно-практического симпозиума, Москва, ЦВК «Экспоцентр», 20–24 марта 2017 года. — Москва, ЦВК «Экспоцентр»: Общество с ограниченной ответственностью «БОС», 2017. — 324 с. — ISBN 978-5-905117-21-3.

5. Sun, L. (2022). 3D Printing and Additive Manufacturing in Fashion. In: Lee, Ya. (eds) *Leading Edge Technologies in Fashion Innovation*. Palgrave Studies in Practice: Global Fashion Brand Management. Palgrave Macmillan, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91135-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91135-5_4).
6. Дугельная, К.Н. Классификация технологий объемной печати по ткани / К.Н. Дугельная // *Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции*. В 2-х частях, Пенза, 20 мая 2020 года. Том 1. — Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. — С. 41–43.
7. L.N. Nutfullaeva, Sh.N. Nutfullaeva, S.Sh. Tashpulatov, M.S. Muminova and L.M. Sayfullaeva (2022). Method of manufacturing working surfaces of ironing tables for wet-heat works of garments from composite materials. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 2388, IV International Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering 2022 (APITECH-IV 2022) 05/10/2022 — 08/10/2022 Bukhara, Uzbekistan: Conference Series. 2388. 012010. 10.1088/1742-6596/2388/1/012010. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2388/1/012010/pdf>.
8. Semkina, O.V. Process for producing thermo-adhesive linings for garments using acrylic adhesive solutions / O.V. Semkina, V.E. Kuz'michev // *Proceedings of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology*. — 1996. — No. 5(233). — P. 58–61.
9. Valtas Agita, Sun Danmei. (2016). 3D Printing for Garments Production: An Exploratory Study. *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*. vol. 4, no. 3, 1000139. <https://doi.org/10.4172/2329-9568.1000139>. URL: [https://pure.hw.ac.uk/ws/portalfiles/portal/14475677/3D Printing for Garments Production An Exploratory Study.pdf](https://pure.hw.ac.uk/ws/portalfiles/portal/14475677/3D%20Printing%20for%20Garments%20Production%20An%20Exploratory%20Study.pdf).
10. Verlan, V., Irovan, M. Applications of 3D printing technologies in the garment industry. In: *Applied Researches in Technics, Technologies and Education*, journal of the Faculty of Technics and Technologies, Trakia University. 2018, vol. 6, Nr. 2, pp. 104–107. ISSN 1314-8788. DOI: <https://doi.org/10.15547/arte.2018.02.005> URL: <http://repository.utm.md/handle/5014/12235>.

**Dugelnaia Kseniia Nikolaevna**

Russian State University named after Kosygin A.N. (Technology. Design. Art), Moscow, Russia  
OKB Gardarika LLC, Moscow, Russia  
E-mail: [dugelnaia.k@gmail.com](mailto:dugelnaia.k@gmail.com)  
RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1070427](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1070427)

**Lunina Ekaterina Vasil'evna**

Russian State University named after Kosygin A.N. (Technology. Design. Art), Moscow, Russia  
E-mail: [lunina-ev@rguk.ru](mailto:lunina-ev@rguk.ru)  
RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=363910](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=363910)

## **Introduction of 3D printing technologies into the production of garments based on women's corsets with three-dimensional thermoplastic elements**

**Abstract.** Innovative technologies are the engine of progress in all areas of scientific research and industry. Light industry is on the rise. New directions for training students are actively developing, the training program is being adjusted taking into account automation and optimization of the production process.

Light industry enterprises are aimed at increasing production output per shift with high quality garments. This can be achieved by automating production processes, introducing new processing technologies and innovative materials.

Today, there are many directions for the development of clothing production. To a greater extent, the production of finished products depends on a properly structured technological process. The technological process, in turn, is subject to automation and the introduction of innovative materials and technologies.

The article contains information about experimental work with combinations of textiles and thermoplastics used in 3D printing technology. The possibilities of 3D printing using flexible thermoplastic polymers to impart a complex of new properties to clothing while maintaining ergonomics and hygroscopicity are considered. The results of a search for optimal pressing modes for polymer elements of various thicknesses for gluing to textile materials are described.

Using the example of a women's corset with three-dimensional elements made of thermoplastic, a study of the technological process was carried out, the introduction of innovative technology into the classic one, and a full production cycle was built. Additive technologies allow you to build the entire process of creating a product in a three-dimensional environment, from a sketch to a finished model. The three-dimensional design environment, in turn, makes it possible to eliminate all kinds of defects at the development stage by using three-dimensional fitting.

**Keywords:** three-dimensional polymer printing; technology for manufacturing garments; additive technologies; 3D printing of parts; 3D printer; thermoplastic polymer; increasing profitability