

Министерство образования Республики Беларусь  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(УО «ВГТУ»)

УДК 677.025  
Рег. № 20211366



Утверждаю  
Проректор по научной работе  
Е.В. Ванкевич  
2021 г.

**ОТЧЕТ**  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**Разработка библиотеки для 3D-моделирования многослойного  
гибридного трикотажа управляемой структуры  
(заключительный)**

2021-Г/Б-382

Руководитель НИР  
К.Т.Н., доц.

  
10.12.21

А.В. Чарковский

И.о. начальника НИЧ,  
инженер

  
10.12.21


И.В. Берашевич

Витебск 2021 г.



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР, к.т.н., доц.



---

Чарковский А.В.

подпись, дата

Исполнитель, асп.



---

Быковский Д.И.

подпись, дата

Нормоконтроль, асп.



---

Быковский Д.И.

подпись, дата

## РЕФЕРАТ

Отчет 102 с., 1 кн., 34 рис., 5 табл., 16 источн., 7 прил.

ГИБРИДНЫЙ ТРИКОТАЖ, 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ПЛАТИРОВАННОЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЕ, ПЛЮШЕВОЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЕ, МЕДИЦИНСКАЯ МАСКА, ЧЕХОЛ-НОСОК ПРОТЕЗА.

Объектом исследования является гибридный трикотаж с повышенными гигиеническими свойствами.

Целью работы является проектирование структуры трикотажа с заданными функциональными свойствами с применением 3D технологий.

В процессе работы разработана программа для автоматизированного проектирования и построения 3D-моделей трикотажа. Построены 3D-модели трикотажа переплетений: кулирная гладь, платированная гладь, плюшевого. Проводились экспериментальные исследования образцов трикотажа.

В результате анализа построенных моделей и результатов исследований предложены сырье и переплетение для трикотажа, предназначенного для производства медицинских масок и чехлов-носов протезов нижней конечности с повышенными гигиеническими свойствами.

Степень внедрения: результаты работы внедрены в учебный процесс кафедр ТМ УО «ВГТУ» и ТТМ УО «ВГТУ». Получены шесть актов внедрения.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 Разработка многослойного гибридного трикотажного материала управляемой структуры. ....	10
1.1 Понятие гибридного трикотажа.....	10
1.2 Двухслойный трикотаж.....	11
1.3 Особенности гибридного платированного трикотажа .....	13
1.4 Выбор и обоснование сырья для экспериментальных образцов трикотажа .....	15
1.4.1 Свойства гидрофильных видов сырья .....	15
1.4.1.1 Особенности х/б пряжи .....	15
1.4.1.2 Особенности льняной пряжи .....	16
1.4.2 Свойства гидрофобных видов сырья .....	17
1.4.2.1 Свойства полиэфирных нитей .....	17
1.4.2.2 Текстурированные фрикционным способом полиэфирные нити (DTY).....	20
1.4.2.3 Пневмотекстурированные нити (ATY):.....	21
1.4.2.4 Нити текстурированные способом вязания (KDK): .....	21
1.4.2.5 Полиэфирные фасонные нити.....	22
1.4.2.6 Новые виды нитей.....	22
1.5 Разработка вариантов.....	24
1.6 Изготовление экспериментальных образцов.....	24
2 Проведение испытаний физико-механических и гигиенических свойств опытных образцов трикотажа. Создание 3D-моделей на основе проведенных испытаний. Анализ созданных моделей трикотажа.....	27

2.1	Проведение испытаний физико-механических и гигиенических свойств опытных образцов трикотажа .....	27
2.1.1	Определение поверхностной плотности трикотажного полотна .....	27
2.1.2	Определение длины нити в петле .....	29
2.1.3	Определение толщины трикотажного полотна .....	29
2.1.4	Определение количества петель на 100 мм в направлении петельных столбиков и петельных рядов .....	31
2.1.5	Определение релаксационных характеристик текстильных полотен при растяжении по горизонтали .....	32
2.1.6	Определение разрывной нагрузки.....	35
2.1.7	Определение паропроницаемости.....	39
2.1.8	Определение капиллярности текстильного полотна.....	42
2.1.9	Определение водопоглощаемости текстильного полотна.....	44
2.1.10	Определение скорости высыхания.....	45
2.1.11	Гигроскопичность .....	46
2.2	Создание 3D-моделей на основе проведенных испытаний. ....	48
2.2.1	Создание 3D-модели переплетения кулирная гладь .....	48
2.2.2	Создание 3D-модели переплетения платированная гладь.....	50
3	Разработка тестовой версии прикладной библиотеки для автоматизированного 3D-моделирования трикотажа. Проведение испытаний экспериментальных образцов трикотажа, изготовленных на основе данных разработанной библиотеки. ....	53
3.1	Разработка тестовой версии прикладной библиотеки для автоматизированного 3D-моделирования трикотажа.....	53

3.1.1	Разработка тестовой версии прикладной библиотеки для автоматизированного 3D-моделирования трикотажа переплетения кулирная гладь.....	53
3.1.2	Разработка тестовой версии прикладной библиотеки для автоматизированного 3D-моделирования трикотажа переплетения платированная гладь. ....	58
3.1.3	Анализ построенных моделей .....	61
3.2	Проведение испытаний экспериментальных образцов трикотажа, изготовленных на основе данных разработанной библиотеки.....	63
3.2.1	Разработка экспериментальных образцов чехла-носка культуры нижней конечности .....	63
3.2.1.1	Выбор варианта чехла-носка культуры.....	64
3.2.1.2	Выбор и описание сырья .....	65
3.2.1.3	Выбор и обоснование переплетений.....	65
3.2.1.4	Заправочные данные вариантов чехла-носка культуры ....	68
3.2.1.5	Выбор оборудования для изготовления экспериментальных образцов.....	68
3.2.2	Исследование свойств экспериментальных образцов .....	74
3.2.2.1	Геометрические размеры.....	74
3.2.2.2	Гигроскопичность .....	74
3.2.2.3	Капиллярность.....	76
3.2.2.4	Число петельных рядов и петельных столбиков .....	76
4	Тестирование и отладка прикладной библиотеки. Разработка конечной версии прикладной библиотеки. Контрольные испытания экспериментальных образцов трикотажа, изготовленных на основе данных разработанной библиотеки. ....	78

4.1 Тестирование и отладка прикладной библиотеки. Построение базовой трехмерной модели трикотажа плюшевого переплетения .....	78
4.2 Разработка версии прикладной библиотеки для автоматизированного 3D-моделирования трикотажа плюшевого переплетения.....	78
4.3 Анализ построенных моделей.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	101

## ВВЕДЕНИЕ

Трикотаж широко применяется в различных отраслях, благодаря многообразию переплетений, обеспечивающих самые разнообразные свойства. Перспективным направлением является создание трикотажа с заданными свойствами.

Примерами трикотажа с заданными свойствами служат трикотаж для производства медицинских масок и трикотаж для производства чехлов-носок культи нижней конечности.

В двухслойном гибридном трикотаже два полотна соединены друг с другом элементами петельной структуры в процессе вязания. Первый слой, влагопринимающий, должен обеспечивать отвод влаги пота с поверхности кожи во второй слой, влаговпитывающий, с которого осуществляется испарение пота в окружающую среду. Первый слой должен быть образован из не впитывающих влагу (гидрофобных) нитей, чем обеспечивается ощущение сухости маски. Вторым слоем целесообразно вязать из гидрофильных нитей, пряжи, способных впитывать, накапливать и испарять влагу.

В трикотажном производстве использование трехмерного моделирования находится на самом начальном этапе развития. 3D-технологии используются в широкой сфере деятельности людей. Они нашли применение в различных областях человеческой деятельности. 3D-моделирование широко используется в различных областях деятельности людей: машиностроении, строительстве, медицине, искусстве. Благодаря 3D-моделированию есть возможность оценить физические свойства, внешний вид и другие характеристики изделий еще до их изготовления. Сокращается время разработки и себестоимость изделий. Процесс производства автоматизируется. Актуальной является задача применения 3D-моделирования для проектирования и производства трикотажа с заданными свойствами.

Целью работы является проектирование структуры трикотажа с заданными функциональными свойствами с применением 3D технологий.

Задачи, решаемые в представленной работе, следующие:

- 3D-моделирование структуры трикотажа;
- разработка программы для автоматизированного проектирования и 3D-моделирования гибридного трикотажа;
- исследования и прогнозирование свойств кулирного гибридного трикотажа;
- выбор оптимальных сырья и переплетения для наработки трикотажа с заданными свойствами;
- наработка разработанного ассортимента гибридного кулирного трикотажа.

Объектом исследования является гибридный трикотаж с повышенными гигиеническими свойствами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чарковский, А.В. Основы процессов вязания. – Витебск: УО «ВГТУ», 2010.
2. Поспелов, Е.П. Двухслойный трикотаж. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
3. Далидович А.С. Основы теории вязания. М: МТИД, 1970 г.
4. Свойства хлопка [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://izvolokna.com/materialy/tkani/xlopok-sostav-isvoistva.html>, дата доступа 01.12.2021 г.
5. Льняные ткани: виды тканей, свойства, достоинства и недостатки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://textile.life/fabrics/natural-fibers/lnyanye-tkani-vidy-tkanej-svoistva-dostoinstva-i-nedostatki.html>, дата доступа 01.12.2021 г.
6. Полиэфирные нити — ОАО «СветлогорскХимволокно» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sohim.by/produktsiya/poliefirnye-niti/>, дата доступа: 01.12.2021 г.
7. Методы определения влажности, массы и поверхностной плотности: ГОСТ 8845-87. – Введ. 01.01.1989. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1989.
8. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины: ГОСТ 12023-2003. – Введ. 01.12.2005. – Москва : Стандартиформ, 2005.
9. Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле : ГОСТ 8846-87. – Введ. 21.12.1987. – Москва : Изд-во стандартов, 1988.
10. Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения : ГОСТ 10681-75. – Введ. 01.01.1978. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1997

11. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств : ГОСТ 3816-81. – Введ. 01.07.1982. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1981.
12. Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ascon.ru/products/7/review/>, дата доступа: 05.12.2021 г.
13. Кудрявин, Л. А. Основы технологии трикотажного производства: Учеб.пособие для вузов / Л. А. Кудрявин, И. И. Шалов – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 496 с.
14. ГОСТ Р 58396-2019. Маски медицинские. Требования и методы испытаний. Издание официальное, Москва, Стандартинформ, 2019.
15. Чарковский, А. В. Технология и оборудование трикотажного производства : учебное пособие / А. В. Чарковский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2011. – 388 с.
16. Культы голени [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sohmet.ru/books/item/f00/s00/z0000005/st021.shtml>, Дата доступа: 20.05.2020.