

## РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОЙ СТРУКТУРЫ ТРИКОТАЖНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ МАСОК

### DEVELOPMENT OF A PERSPECTIVE STRUCTURE OF KNITTED MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF MEDICAL MASKS

УДК 677.025:687.03

**А.В. Чарковский<sup>1</sup>, В.И. Береснев<sup>2</sup>,  
Д.И. Быковский<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Витебский государственный технологический университет

<sup>2</sup> ОАО «Свитанак»

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2020-13813>

**A. Charkovskij<sup>1\*</sup>; V. Beresnev<sup>2</sup>,  
D. Bykouski<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Vitebsk State Technological University

<sup>2</sup> JSC «Svitanak»

#### РЕФЕРАТ

*МЕДИЦИНСКИЕ МАСКИ, ПОЛИЭФИРНАЯ НИТЬ, СВЕТЛОГОРСКХИМВОЛОКНО, СВОЙСТВА ТРИКОТАЖА, МУЛЬТИФИЛАМЕНТНАЯ НИТЬ, НАТУРАЛЬНЫЕ ВОЛОКНА*

*Предметом исследований является материал, используемый для изготовления медицинских масок. Цель работы – разработка перспективной структуры трикотажа для изготовления медицинских масок с повышенными гигиеническими свойствами с учетом использования сырьевого потенциала Республики Беларусь. Область применения результатов работы – трикотажное производство. Показана перспективность использования кулирного одинарного трикотажа футерованных переплетений для изготовления масок с повышенными гигиеническими свойствами. Целесообразно проведение исследований, направленных на использование новых функциональных полиэфирных нитей производства «СветлогорскХимволокно» для изготовления трикотажных материалов для медицинских масок, в первую очередь, типа I. В производстве масок с улучшенными гигиеническими свойствами целесообразно использование современных технологий бельевых и спортивных изделий.*

#### ABSTRACT

*MEDICAL MASKS, POLYESTER YARN, SVETLOGORSKHHIMVOLOKNO, HYGIENIC PROPERTIES, MULTIFILAMENT THREAD, NATURAL FIBERS*

*The subject of research is the material used for the manufacture of medical masks.*

*The choice of material for the manufacture of medical masks should not be random. It should be scientifically reasonable. Belarus produces enough raw materials for the manufacture of textile materials for medical masks of proper quality. It is advisable to conduct research aimed at using functional polyester yarns manufactured by SvetlogorskKhimvolokno Enterprise for the manufacture of knitted materials for medical masks. In the production of masks with improved hygienic properties, it is advisable to use modern technologies of linen and sports clothing.*

При дыхании, разговоре, кашле, чихании и так далее у человека выделяется то или иное количество капельных частиц из слизистых оболочек ротовой и носовой полости. Большинство частиц имеют размер от 0,5 до 12 *мкм* в диаметре,

крупные капли могут содержать микроорганизмы источника [1].

Согласно ГОСТ Р 58396-2019 «Маски медицинские. Требования и методы испытаний», медицинская маска представляет собой изделие,

\* E-mail: [denisbykouskij@yandex.ru](mailto:denisbykouskij@yandex.ru) (D. Bykouski)

закрывающее нос и рот и обеспечивающее барьер для минимизации прямой передачи инфекционных агентов между персоналом и пациентом.

Медицинские маски, описанные в данном стандарте, подразделяют на два типа (тип I и тип II) в зависимости от эффективности бактериальной фильтрации. Как минимум, маски типа I используют для пациентов для снижения риска распространения инфекции, особенно при эпидемиях и пандемиях. Маски типа II преимущественно используют профессионалы в области здравоохранения в операционных и иных медицинских помещениях с аналогичными требованиями.

К основным функциональным характеристикам медицинских масок относятся:

- эффективность бактериальной фильтрации (эффективность материалов медицинской маски как барьера для проникновения бактерий);
- дифференциальное давление (воздухопроницаемость маски, измеренная путем определения разницы в давлении воздуха на внутренней и внешней стороне маски при определенных параметрах воздушного потока, температуры и влажности);
- колониобразующая единица, КОЕ (единица измерения количества культивируемых микроорганизмов);
- микробиологическая чистота (отсутствие популяций жизнеспособных микроорганизмов на продукте и/или упаковке);
- биосовместимость (токсикологические характеристики).

Кроме вышеперечисленных характеристик важным учитываемым фактором является способность маски поглощать влагу из выдыхаемого воздуха и передавать ее в окружающую среду. Благодаря этим процессам поддерживаются функциональные характеристики маски в течение более длительного периода. По сути, медицинская маска должна обладать повышенными гигиеническими свойствами для обеспечения комфорта использования ее в течение длительного времени.

Еще одним учитываемым фактором является степень прилегания маски к лицу пользователя. Этот фактор в основном определяется конструкцией маски.

Все перечисленные функциональные свойства и учитываемые факторы зависят от выбора материала для изготовления маски.

В период эпидемии и особенно пандемии даже такой сравнительно небольшой стране, как Республика Беларусь, требуются десятки, а то и сотни миллионов медицинских масок, в основном масок типа I, для изготовления которых расходуется огромное количество текстильных материалов. Некоторые из них в РБ не производятся, а импортируются в страну и являются в мире остро востребованными, например, хлопчатобумажная пряжа. Резкое возрастание производства защитных масок привело к дефициту медицинской хлопчатобумажной марли, часто используемой для изготовления маски.

Целью данной работы является разработка перспективной структуры трикотажа для изготовления медицинских масок с повышенными гигиеническими свойствами с учетом использования сырьевого потенциала Республики Беларусь.

В РБ существуют большие мощности по производству синтетических полиэфирных нитей. Полиэфирные нити обладают отличной биологической совместимостью и часто используются для различных изделий, имплантируемых в организм [2, 3, 4].

Полиэфирные нити нового поколения – мультифиламентные, разработанные на предприятии «СветлогорскХимволокно» [5, 6, 7, 8, 9], благодаря большому количеству составляющих нить филаментов могут использоваться для резкого улучшения такой важной характеристики масок, как «эффективность бактериальной фильтрации» [10]. Эти же свойства мультифиламентных нитей позволяют легко достигать и поддерживать в требуемых значениях другую важную функциональную характеристику масок – «дифференциальное давление» [11].

Предприятие «СветлогорскХимволокно» способно производить специальные полиэфирные нити – с антимикробным эффектом. Эти нити могут быть перспективными для формирования такой функциональной характеристики масок, как «микробиологическая чистота» [7].

В последнее время в связи с необходимостью резкого увеличения производства масок для внутреннего потребления в РБ и возможного экспорта, на выпуск масок перепрофилируют-

ся некоторые предприятия концерна «Беллегпром».

Среди них и крупнейшее в РБ предприятие по выпуску бельевых изделий – ОАО «Свитанак», г. Жодино. На этом предприятии накоплен большой опыт по изготовлению гибридного трикотажа, целенаправленно сочетающего в себе свойства полиэфирных нитей, с одной стороны, и натуральных волокон (хлопчатобумажная пряжа) – с другой, для изготовления бельевых и спортивных трикотажных изделий с повышенными гигиеническими свойствами [12].

Суть достигнутого эффекта в том, что в трикотаже формируются 2 слоя. Внутренний, прилегающий к коже, слой состоит из гидрофобных (не впитывающих влагу) полиэфирных мультифиламентных нитей. Эти нити с большим числом филаментов, не впитывая пот, передают его во внешний испаряющий слой, сформированный из гидрофильных волокон – например, из хлопчатобумажной пряжи. С внешнего, испаряющего слоя пот испаряется в окружающий воздух. Таким образом создается эффект «сухости белья» в условиях повышенного потоотделения. Вышеописанный эффект может быть отлично использован для повышения способности маски поглощать влагу из выдыхаемого воздуха и передавать ее в окружающую среду.

Свойства трикотажа в определенной степени зависят от вида переплетения. Перспективным для изготовления масок с повышенными гигиеническими свойствами является трикотаж футерованных переплетений. На рисунке 1 представлена схема структуры кулирного одинарного трикотажа футерованного переплетения.

Грунт трикотажа образован петлями 1 кулирной глади. В петельный грунт ввязаны футерные нити 2, образуя протяжки 3, свободно расположенные на поверхности трикотажа. Футерные протяжки 3, свободно расположенные на поверхности трикотажа, способны перекрывать в той или иной степени имеющиеся в трикотаже межпетельные и внутриветельные просветы (поры), что является фактором достижения важнейшей характеристики медицинской маски – «эффективность бактериальной фильтрации». На рисунке 2 приведено увеличенное изображение изнаночной поверхности образца трикотажа кулирного одинарного футерованного переплетения.

Футерные протяжки 1 закрывают петли грунта и в совокупности образуют сравнительно плотный застил на поверхности трикотажа. Анализ изображения этого же образца трикотажа в проходящем свете (рисунке 3) показывает наличие значительного числа сквозных отверстий.

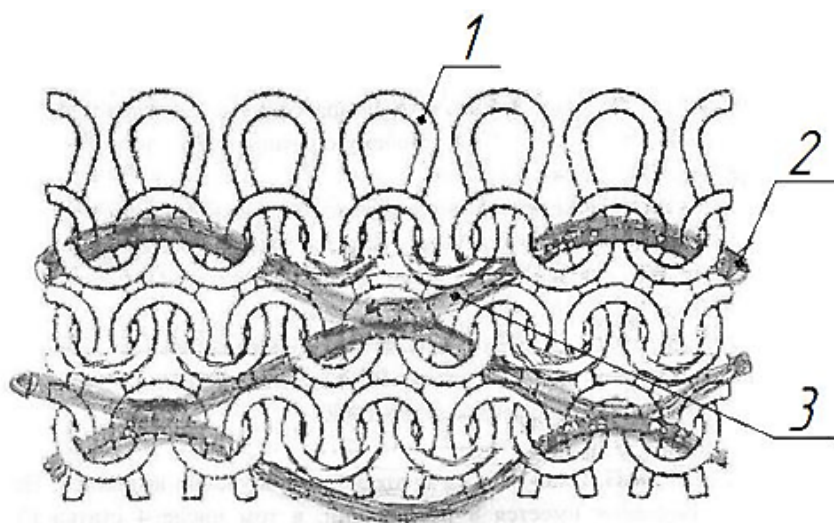
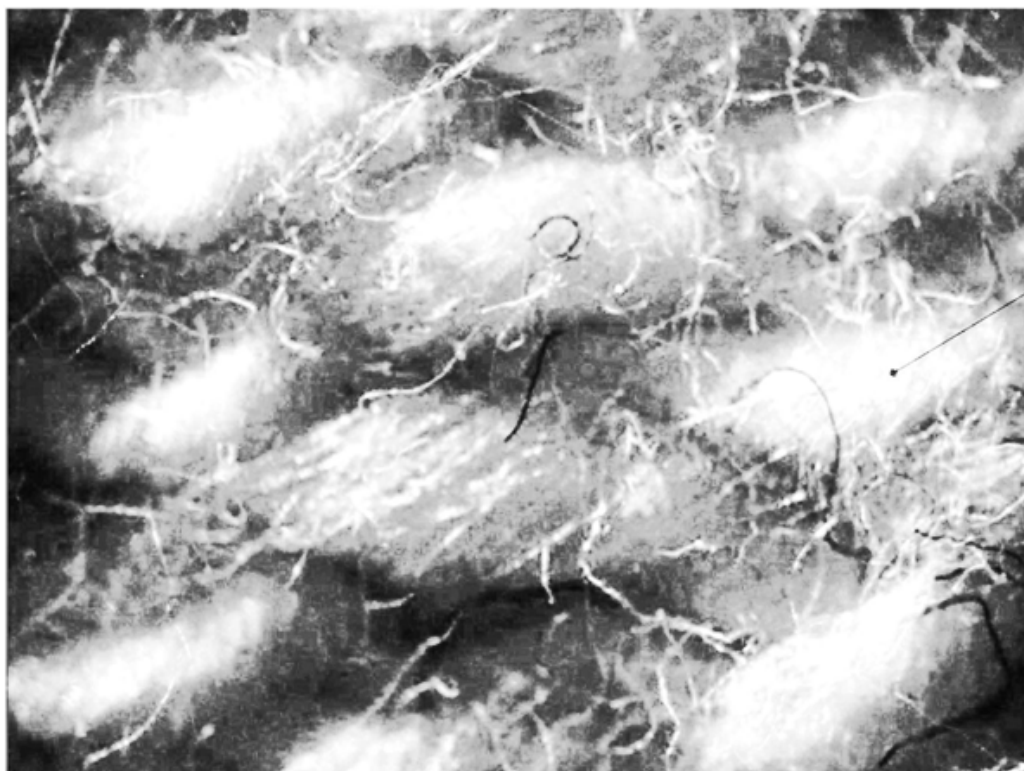
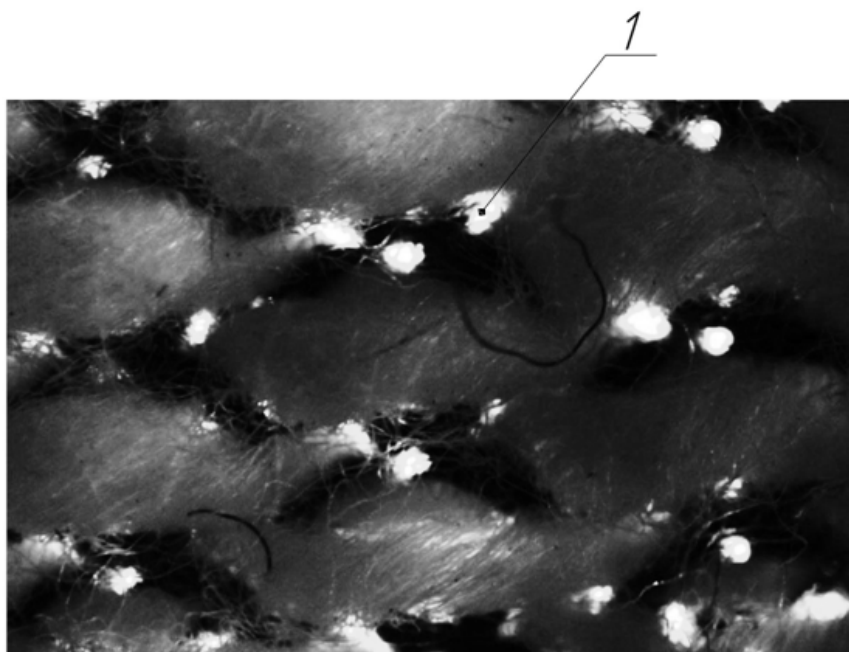


Рисунок 1 – Схема структуры кулирного одинарного трикотажа футерованного переплетения



*Рисунок 2 – Увеличенное изображение изнаночной стороны образца трикотажа кулирного одинарного футерованного переплетения*



*Рисунок 3 – Изображение в проходящем свете образца трикотажа с незворсованной поверхностью*



Для уменьшения величины и количества отверстий могут быть использованы два пути:

1. Увеличение толщины используемых футерных нитей.

2. Ворсование поверхности той стороны трикотажа, на которой расположены футерные протяжки.

Первый путь не всегда может привести к желаемому результату, так как есть определенные ограничения, связанные с используемым вязальным оборудованием. Второй путь предпочтительнее.

На рисунке 4 представлена фотография разворсованной поверхности образца трикотажа.

На поверхности трикотажа плотный, равномерный застил из волокон 1 разворсованных футерных протяжек. Сравнительное рассмотрение рисунков 5 и 3 показывает, что количество и размер отверстий в разворсованном трикотаже (рисунок 5) уменьшились. В случае необходимости дальнейшего уменьшения отверстий (пор) в трикотаже увеличивают степень разворсовки футерных протяжек вплоть до полного исчезновения сквозных пор. При этом необходимая воздухопроницаемость обеспечивается наличием

большого количества несквозных пор в объемном ворсовом застиле.

Формирование структуры трикотажа без или же с небольшим наличием сквозных пор может обеспечить использование текстурированных мультифиламентных нитей. На рисунке 6 изображена схема структуры кулирного одинарного трикотажа футерованного переплетения с футерными текстурированными мультифиламентными нитями.

Свободно расположенные увеличенные протяжки 1 из извитых мультифиламентных нитей способны создать равномерный ворсовый слой на поверхности трикотажа без сквозных отверстий. Этот слой обладает мощным влагоиспаряющим действием из-за наличия в его объеме большого числа элементарных волокон, по поверхности которых благодаря капиллярным свойствам и происходит «отсос» влаги из другого петельного слоя трикотажа, обращенного к коже лица.

Таким образом, маски могут сохранять свои функциональные характеристики в течение очень длительного периода времени с комфортом для пользователя.

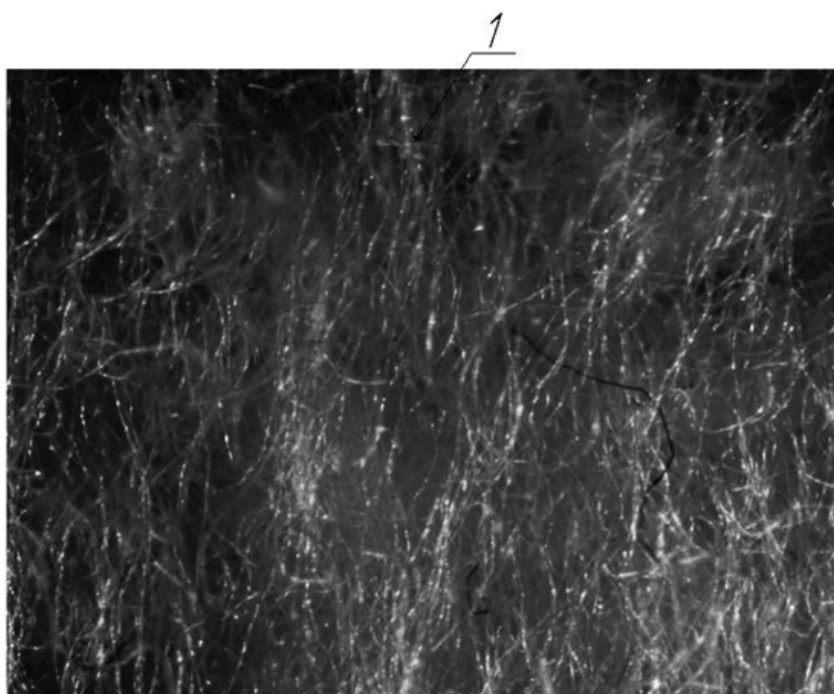


Рисунок 4 – Изображение разворсованной поверхности образца трикотажа

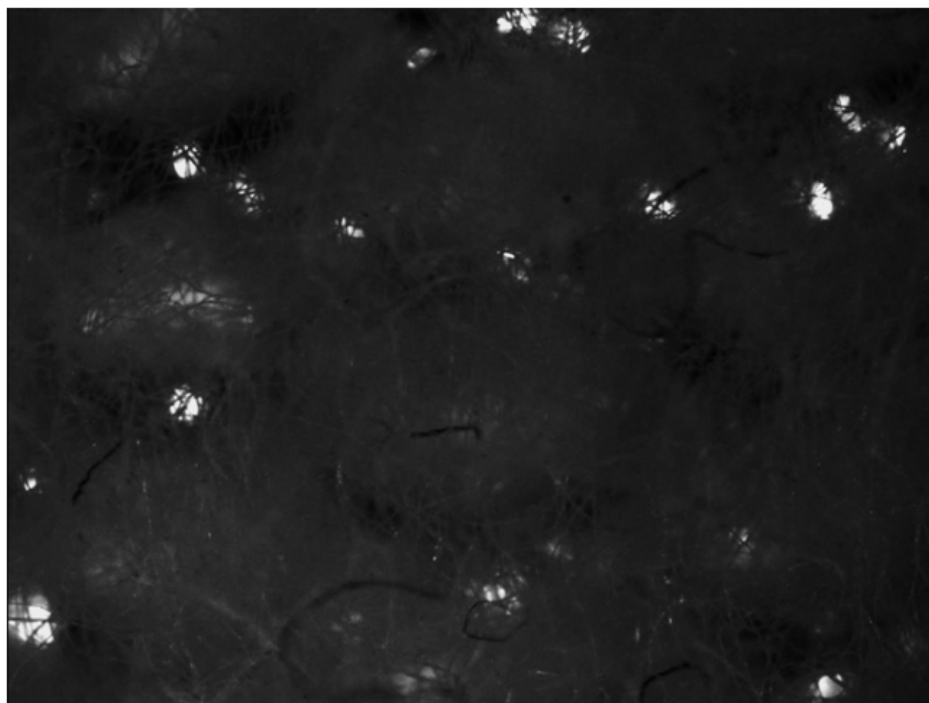


Рисунок 5 – Изображение в проходящем свете образца трикотажа с разворсванной поверхностью

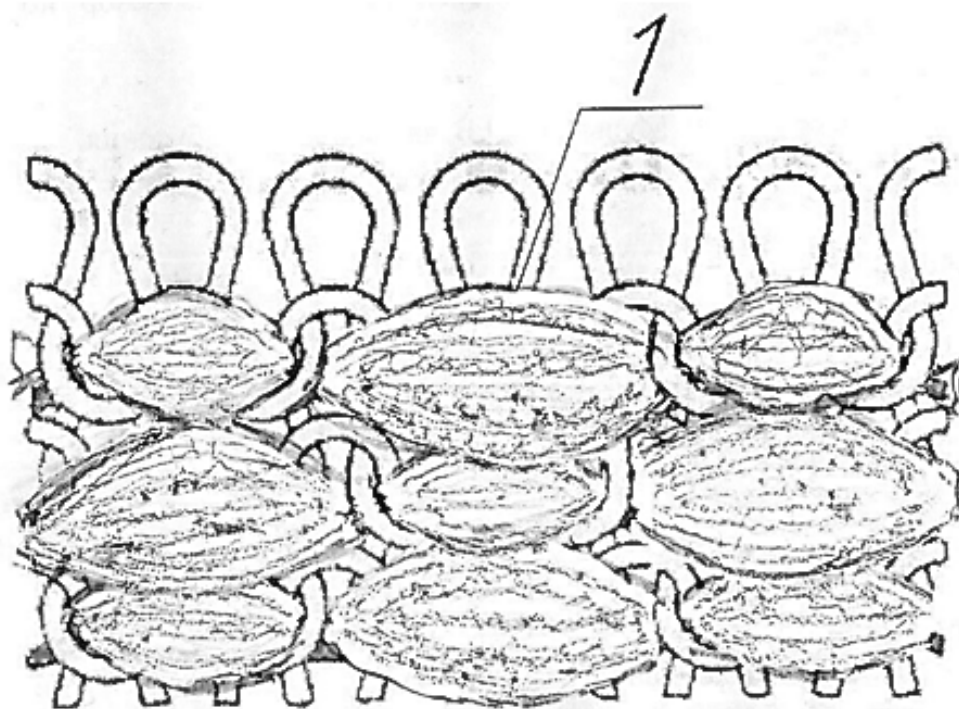


Рисунок 6 – Схема структуры кулирного одинарного трикотажа футерованного переплетения с футерными текстурированными мультифиламентными нитями

И наконец, использование полиэфирных нитей отечественного производства позволит повысить степень прилегания маски к лицу пользователя. Для этого в процессе изготовления можно формировать рельеф маски, приближенный к рельефу лица, способами термофиксации формы. Эти способы широко используются в производстве чулочных изделий из синтетических термопластичных нитей, какими и являются полиэфирные.

#### ВЫВОДЫ

Показана перспективность использования кулирного одинарного трикотажа футерованных

переплетений для изготовления масок с повышенными гигиеническими свойствами. Целесообразно проведение исследований, направленных на использование новых функциональных полиэфирных нитей производства «Светлогорск Химволокно» для изготовления трикотажных материалов для медицинских масок, в первую очередь, типа I. В производстве масок с улучшенными гигиеническими свойствами целесообразно использование современных технологий бельевых и спортивных изделий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 58396-2019. *Маски медицинские. Требования и методы испытаний. Издание официальное*, Москва, Стандартинформ, 2019.
2. Протезы для кровеносных сосудов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ptgo-sever.spb.ru/raskhodnye-materialy-dlya-sosudistoy-khirurgii/protezy-dlya-krovenosnyh-sosudov/>, дата доступа: 29.03.2020 г.
3. Протезы сосудов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bntu.by/ps/item/ps.html>, дата доступа: 29.03.2020 г.
4. Искусственный кровеносный сосуд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edrid.ru/en/rid/218.016.530c.html>, дата доступа: 29.03.2020 г.
5. Скобова, Н. В., Косоян, Е. Ш., Ясинская, Н. Н. (2018), Расширение ассортимента полиэфирных нитей, *Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: материалы докладов международной конференции*, Витебск, 2018, С. 76–79.
6. Что такое мультифиламентная нить? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://evrazia2000.ru/stati/chto\\_takoe\\_multifilamentnaya\\_](http://evrazia2000.ru/stati/chto_takoe_multifilamentnaya_)

#### REFERENCES

1. GOST R 58396-2019. *Medical masks. Requirements and test methods. Official Edition*, Moscow, Standartinform, 2019.
2. Protezy dlya krovenosnyh sosudov [Blood vessel prostheses], (2020), available at: <http://ptgo-sever.spb.ru/raskhodnye-materialy-dlya-sosudistoy-khirurgii/protezy-dlya-krovenosnyh-sosudov/> (accessed 29 March 2020).
3. Protezy sosudov [Vascular prostheses], (2020), available at: <http://www.bntu.by/ps/item/ps.html> (accessed 29 March 2020).
4. Iskusstvennyj krovenosnyj sosud [Artificial blood vessel], (2020), available at: <https://edrid.ru/en/rid/218.016.530c.html> (accessed 29 March 2020).
5. Skobova, N. V., Kosojan, E. Sh., Jasinskaja, N. N. (2018), Expansion of the assortment of polyester yarns [Rasshirenie assortimenta polijefirnyh nitej], *Innovatiye technologies in textile, shoe, knitwear and clothing industry, Proceedings of Scientific-and-Technical Conference dedicated to the year of science*, Vitebsk, 2018, pp. 76–79.
6. Chto takoe mul'tifilamentnaja nit'? [What is a multifilament thread?], (2020), available at: [http://evrazia2000.ru/stati/chto\\_takoe\\_multi](http://evrazia2000.ru/stati/chto_takoe_multi)

- nit//, дата доступа: 29.03.2020 г.
7. Полиэфирные текстурированные мультифиламентные неокрашенные и крашенные в массе нити [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sohim.by/produksiya/poliefirnye-niti/multifilamentnye-i-okrashennye-v-masse/>, дата доступа: 29.03.2020 г.
8. Полиэфирные нити текстильные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://export.by/product/7926>, дата доступа: 29.03.2020 г.
9. Полиэфирная нить: ее свойства и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.fitex.ru/articles/poliefirnaya\\_nit\\_ee\\_svoystva\\_i\\_primenenie/](https://www.fitex.ru/articles/poliefirnaya_nit_ee_svoystva_i_primenenie/), дата доступа: 29.03.2020 г.
10. Чарковский, А. В., Шевеленко, Н. Г. (2017), Использование мультифиламентных нитей для изготовления фильтровальных материалов, *Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: материалы докладов международной научно-технической конференции, посвященной году науки*, Витебск, 2017, С. 90–92.
11. Чарковский, А. В., Гончаров, В. А., Береснев, В. И. (2018), Разработка высокообъемного трикотажа с использованием мультифиламентных нитей, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2018, № 1 (34), С. 79–87.
12. Кузнецов, А. А., Чарковский, А. В., Гончаров, В. А., Береснев, В. И. (2019), Использование 3D-моделей для разработки трикотажа, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2019, № 1 (36), С. 54–67.
- filamentnaya\_nit/ (accessed 29 March 2020).
7. Polijefirnye teksturovanye mul'tifilamentnye neokrashennye i krashenye v masse niti [Polyester textured multifilament unpainted and painted], (2020), available at: <http://www.sohim.by/produksiya/poliefirnye-niti/multifilamentnye-i-okrashennye-v-masse/> (accessed 29 March 2020).
8. Polijefirnye niti tekstil'nye [Polyester textile yarns], (2020), available at: <https://export.by/product/7926> (accessed 29 March 2020).
9. Polijefirnaja nit': ee svojstva i primenenie [Polyester thread: its properties and use], (2020), available at: [https://www.fitex.ru/articles/poliefirnaya\\_nit\\_ee\\_svoystva\\_i\\_primenenie/](https://www.fitex.ru/articles/poliefirnaya_nit_ee_svoystva_i_primenenie/) (accessed 29 March 2020).
10. Charkovskij, A. V., Shevelenko, N. G. (2017), The use of multifilament yarns for the manufacture of filter materials [Ispol'zovanie mul'tifilamentnyh nitej dlja izgotovlenija fil'troval'nyh materialov], *Innovatiye technologies in textile, shoe, knitwear and clothing industry, Proceedings of Scientific and-Technical Conference dedicated to the year of science*, Vitebsk, 2017, pp. 90–92.
11. Charkovskij, A. V., Goncharov, V. A., Beresnev, V. I. (2018), Development of high-volume knitwear using multifilament yarns [Razrabotka vysokoobemnogo trikotazha s ispol'zovaniem mul'tifilamentnyh nitej], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2018, № 1 (34), pp. 79–87.
12. Kuznecov, A. A., Charkovskij, A. V., Goncharov, V. A., Beresnev, V. I. (2019), Using 3D-models to design knitwear [Ispol'zovanie 3D-modelej dlja razrabotki trikotazha], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2019, № 1 (36), pp. 54–67.

Статья поступила в редакцию 14. 05. 2020 г.