

of Industrial Textiles. July 2021. doi:10.1177/1-5280837211028800

17. Zhao Z, Bao W, Di Y, Dai J. Preparation and characterization of solution spinning of protein/cellulose fiber: A new flame-retardant grade.

Journal of Industrial Textiles. 2017;47(2):233-251. doi:10.1177/1528083716639064

18. Beaufort scale. Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. <https://www.gov.kz/memleket/entities/emer/press/news/details/442007lang=ru> (accessed 08.10.2023).

УДК: 687
МРНТИ: 64.33.1

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-206-211>

АНАЛИЗ ЭЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КУПАЛЬНИКАМ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКИ

Н.А. НАДЫРБАЕВА * , З.Д. МОЛДАҒАЖИЕВА , А.О. РУСТЕМОВА 

(Алматынський технологічний університет, Казахстан, 050012, Алматы, ул. Толе би, 100)
Электронная почта автора корреспондента: naz_1@mail.ru*

В данной статье проводится всесторонний анализ требований к купальникам для художественной гимнастики, а также рассматриваются различные материалы, применяемые для их изготовления, с особым акцентом на экспериментальное исследование деформационных свойств трех типов бифлекса. Изучены их максимальные способности к удлинению, что имеет ключевое значение для обеспечения комфорта и функциональности спортивной одежды. Подробно описаны методики испытаний, использованные для оценки этих характеристик, и обсуждаются потенциальные применения полученных результатов в дизайне и производстве спортивной одежды. Проведенные исследования позволили сформулировать рекомендации по выбору наиболее подходящих материалов для купальников для художественной гимнастики, учитывая их функциональные и эстетические требования. Особое внимание уделяется таким аспектам, как воздухопроницаемость, эластичность и устойчивость окраски материалов, что обеспечивает долговечность и комфорт при использовании. Результаты исследования демонстрируют, что правильный выбор материалов и технологий их обработки позволяет значительно улучшить качество и эксплуатационные характеристики спортивной одежды, что особенно важно для профессиональных спортсменов. Таким образом, статья представляет ценные рекомендации и выводы, которые могут быть полезны для дизайнеров и производителей спортивной одежды, стремящихся создать продукцию высокого качества, соответствующую современным стандартам и требованиям.

Ключевые слова: художественная гимнастика, спортивная одежда, трикотажные материалы, бифлекс, сублимационная печать, максимальное удлинение, эластичность материала, проектирование купальников, текстильные технологии, функциональные свойства.

БЕЙНЕЛЕУШІ ГИМНАСТИКА КУПАЛЬНИКТЕРГЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН СЕРПІМДІ ПОЛИМЕРЛІК МАТЕРИАЛДАРДЫ ТАЛДАУ

Н.А. НАДЫРБАЕВА*, З.Д. МОЛДАҒАЖИЕВА, А.О. РУСТЕМОВА

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы, Төле би көш., 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: naz_1@mail.ru*

Бұл мақалада бейнелеуші гимнастика купальниктеріне қойылатын талаптар мен олардың өндірісінде қолданылатын материалдар талданады, сонымен қатар үш түрдегі бифлекстің деформациялық қасиеттерін эксперименттік зерттеуге ерекше назар аударылады. Олардың максималды созылу қабілеті зерттелді, бұл спорттық киімнің ыңғайлылығы мен функционалдылығын қамтамасыз ету үшін маңызды. Осы қасиеттерді бағалау үшін қолданылатын сынақ әдістері егжей-тегжейлі сипатталған және зерттеу нәтижелерінің спорттық киім дизайны мен өндірісіндегі қолданылу мүмкіндіктері талқыланды. Зерттеулер жүргізілгенде, олардың функционалды және эстетикалық талаптарын ескере отырып, бейнелеуші гимнастика купальниктері үшін ең қолайлы материалдарды таңдау бойынша ұсыныстар жасалды. Материалдардың ауа өткізгіштігі, серпімділігі және түсінің тұрақтылығы сияқты аспектілерге ерекше назар аударылады, бұл оларды қолданудағы беріктік пен жайлылықты қамтамасыз етеді. Зерттеу нәтижелері материалдар мен оларды өңдеу технологияларын дұрыс таңдаудың спорттық киімнің сапасы мен пайдалану сипаттамаларын айтарлықтай жақсартуға

болатынын көрсетеді, бұл әсіресе кәсіби спортышлар үшін маңызды. Осылайша, мақала қазіргі заманғы стандарттар мен талаптарға сәйкес келетін жоғары сапалы өнімдер жасауға ұмтылатын спорттық киім дизайнерлері мен өндірушілері үшін пайдалы болатын құнды ұсыныстар мен қорытындыларды ұсынады.

Негізгі сөздер: бейнелеуші гимнастика, спорттық киім, тоқыма материалдары, бифлекс, сублимациялық басып шығару, материалдың серпімділігі, максималды созылу, купальник дизайны.

ANALYSIS OF ELASTIC POLYMERIC MATERIALS AS APPLIED TO LEOTARDS FOR RHYTHMIC GYMNASTICS

N.A. NADYRBAYEVA*, Z.D. MOLDAGAZHIYEVA, A.O. RUSTEMOVA

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author e-mail: naz_1@mail.ru*

This article provides a comprehensive analysis of the requirements for rhythmic gymnastics leotards and examines various materials used for their production, with a special focus on the experimental study of the deformation properties of three types of biflex. Their maximum elongation capacity is studied, which is crucial for ensuring the comfort and functionality of sportswear. The testing methodologies used to assess these characteristics are described in detail, and the potential applications of the research findings in the design and production of sportswear are discussed. The conducted research has led to the formulation of recommendations for selecting the most suitable materials for rhythmic gymnastics leotards, considering their functional and aesthetic requirements. Particular attention is given to aspects such as breathability, elasticity, and color fastness of materials, ensuring durability and comfort in use. The research results demonstrate that the correct choice of materials and processing technologies can significantly improve the quality and performance characteristics of sportswear, which is especially important for professional athletes. Thus, the article presents valuable recommendations and conclusions that can be useful for designers and manufacturers of sportswear aiming to create high-quality products that meet modern standards and requirements.

Keywords: rhythmic gymnastics, sportswear, knitted materials, biflex, sublimation printing, elasticity of the material, maximum elongation, leotard design.

Введение.

В дисциплине художественной гимнастики, где эстетика костюмов занимает центральное место, выбор подходящих материалов для сублимационной печати является ключевым аспектом. Исследование полимерных материалов было проведено с использованием двух подходов: практическими испытаниями в швейном цехе "Дария", расположенном в городе Актау и изучением специализированных отчетов и испытаний, основанных на требованиях ГОСТов Российской Федерации, которая является лидером в области художественной гимнастики и обладает детализированными стандартами [1]. Этот подход позволил оценить характеристики тканей с учетом установленных стандартов, несмотря на технические ограничения. Кроме того, в швейном цехе были проведены практические испытания, которые дополнили теоретические данные и предоставили дополнительную информацию об устойчивости окраски и других свойствах материала. Целью данного исследования был анализ материалов

для использования в швейных производствах без доступа к высокотехнологичному оборудованию, при этом обеспечивая достоверность и точность результатов.

Материалы и методы исследований.

В рамках данного исследования основное внимание уделяется трем ключевым испытаниям [2]. Первое - проверка воздухопроницаемости материала, осуществляемая согласно методу, аналогичному указаниям ГОСТ 12088-77, что позволяет оценить, насколько хорошо текстиль пропускает воздух, что важно для обеспечения комфорта во время интенсивных тренировок и выступлений. Второе - анализ эластичности и прочности материала, в ходе которого оценивается способность ткани к растяжению и последующему возврату в исходное состояние, при этом используются критерии, установленные в ГОСТ 11209-2014. Это позволяет определить, насколько материал подходит для динамичных видов спорта, таких как художественная гимнастика. Третье испытание - это тестирование на устойчивость окраски, которое проводится с применением

методов, соответствующих ГОСТ 9733.4-83, для проверки, насколько хорошо текстиль сохраняет свой цвет после многократных стирок.

В исследование были включены три разновидности полимерных материалов, специально подобранные для различных частей купальника художественной гимнастики. В ходе данного исследования были проанализированы три образца материала, которые были обозначены следующим образом: Образец 1, лайкра желтого цвета с плотностью 180 г/м² с высоким содержанием полиамида (79% полиамида, 21% эластана), произведенный в Республике Корея; Образец 2, бифлекс белого цвета с плотностью 190 г/м², с высоким содержанием полиамида (88% полиамида, 12% эластана), изготовленный в Италии; Образец 3, бифлекс цвета Fluorescent Green с плотностью 170 г/м², с содержанием полиамида 80% и 20% эластана, произведенный в Китайской Народной Республике.

Исследование воздухопроницаемости различных видов бифлекса было проведено группой ученых из Московского государственного университета текстильной промышленности имени А. Н. Косыгина [3]. В ходе исследования использовалось оборудование, соответствующее стандартам ГОСТ 12088-77, включая современный тестер воздухопроницаемости AirPro. Это устройство позволяло измерять объем воздуха, проходящего через образцы ткани, при заданной разнице давления, обеспечивая высокую точность измерений. В процессе тестирования образцы тканей подвергались контролируемому воздействию воздуха, после чего измерялся объем воздуха, проходящего через материал за определенное время.

На основе результатов, предоставленных этими исследованиями, можно сделать следующие выводы относительно применимости каждого образца. Образец 3, благодаря своей низкой плотности и сбалансированному соотношению полиамида и эластана, показал наилучшие результаты по воздухопроницаемости. Это делает его наиболее предпочтительным выбором для костюмов художественной гимнастики, где важны обмен воздухом и комфорт. Образец 1 занимает промежуточное положение по уровню воздухопроницаемости, что может быть подходящим для частей костюма, требующих сочетания воздухопроницаемости и прочности. Образец 2, с высоким процентом полиамида, имеет более высокую плотность и занимает положение, аналогичное Образцу 1.

При проектировании купальников для художественной гимнастики особое внимание уделяется упругости и растяжимости эластичного трикотажного материала, что является ключевым для обеспечения комфорта и функциональности во время использования [4, 5]. Современные исследования в этой области включают изучение новых видов комбинированного трикотажа, разработку методов оценки деформационных характеристик трикотажных полотен при двухосном растяжении, а также создание эмпирических моделей для прогнозирования напряжений и деформаций [6, 7].

Трикотажные полотна, применяемые для шитья данных изделий, классифицируются в зависимости от их растяжимости по ширине при заданной нагрузке в 6 Ньютона [8, 9]. Эта классификация включает в себя три группы, подробно описанные в таблице 1.

Таблица 1. Группы растяжимости трикотажных материалов

Группа растяжимости	Растяжимость полотна, %
I	0 – 40
II	41-100
III	> 100

Исследование эластичности различных видов бифлекса было проведено экспертами Научно-Исследовательского Института Текстильной Промышленности при Московском Технологическом Университете [10]. Испытания осуществлялись с использованием современных универсальных испытательных машин, таких как Instron или Zwick/Roell, которые позволяют точно контролировать и измерять процесс растяжения и сжатия тканей.

В процессе испытаний образцы ткани сначала тщательно подготавливались, чтобы исключить влияние предварительных деформаций. Затем каждый образец помещался в испытательную машину, где он подвергался контролируемому растяжению до определенной степени, после чего фиксировалась скорость и степень его восстановления до исходного размера. Данные о силе, приложенной к образцу, и о характере его дефор-

мации и восстановления регистрировались для анализа.

На основе исследования эластичности, проведенного в Научно-Исследовательском Институте Текстильной Промышленности при Московском Технологическом Университете с использованием универсальных испытательных машин для измерения степени и скорости восстановления тканей после деформации, можно сделать следующие выводы относительно анализируемых образцов:

В рамках исследования эластичности трикотажных тканей в швейном цехе были проведены испытания, которые включали точное измерение процентного изменения длины каждого образца до и после растяжения. Для этого образцы растягивались до заранее определенного предела, после чего фикси-

ровалась их способность восстановить исходные размеры. В дополнение к этому, образцы подвергались серии стирок в стиральной машине при температуре воды 40°C и скорости вращения барабана 800 оборотов в минуту. Всего было проведено 5 циклов стирки для каждого образца. На основании результатов этих испытаний образцы были классифицированы по степени их эластичности и устойчивости к стирке.:

- Образец 1 продемонстрировал растяжимость в пределах Группы II, указывая на умеренную эластичность.

- Образец 2 показал растяжимость, соответствующую Группе III, что свидетельствует о высокой эластичности.

- Образец 3 соответствовал Группе I.

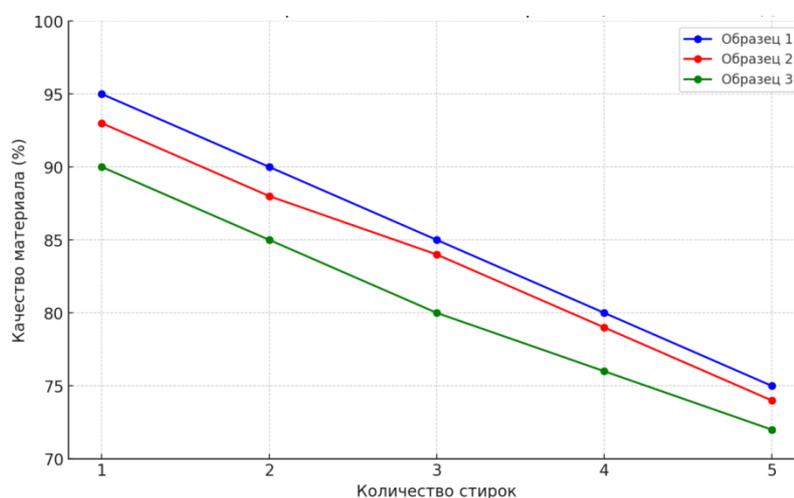


Рисунок 1. Влияние количества стирок на качество воды.

Следует подчеркнуть, что результаты, полученные в условиях цеха, хотя и полезны для предварительной оценки свойств трикотажных материалов, не могут считаться столь же точными и надежными, как данные, полученные с помощью специализированного лабораторного оборудования. Однако, такой подход обеспечивает основу для первичной оценки качественных характеристик материалов, что может быть важно на начальных этапах разработки продукции.

Результаты и их обсуждение.

В рамках проектирования спортивных изделий из материалов бифлекс с учетом их разнообразных характеристик поверхностной плотности и степени удлинения, особое внимание следует уделить не только соответствию растяжимости материала определенным участкам изделия, подвергающимся деформации во

время спортивных движений, но и техническим аспектам сублимационной печати. Этот метод печати позволяет наносить высококачественные, яркие и долговечные изображения на ткань, что особенно актуально для спортивной одежды, где важно сочетание функциональности и эстетической привлекательности [11].

Сублимационная печать на бифлексе требует точного соблюдения технических параметров: температура печати должна колебаться в пределах 190°C, время нанесения составляет около 90 секунд, при этом давление должно быть средним или высоким [12, 13]. Эти параметры обеспечивают оптимальный перенос краски на ткань, гарантируя четкость и насыщенность цветов, а также долговечность изображения. Не менее важен и выбор красок: они должны быть высокого качества, предназ-

наченными для сублимационной печати, чтобы обеспечить яркость и стойкость цвета.

При проектировании изделий также важно учитывать, что сублимационная печать наиболее эффективна на светлых тканях, так как темные или яркие цвета могут исказить цветопередачу [14]. Это обстоятельство следует учитывать при выборе образцов бифлекса для конкретных дизайнерских решений.

Таким образом, совмещение технических требований сублимационной печати с физическими свойствами материала бифлекс, такими как растяжимость и паропроницаемость, позволяет создавать спортивные изде-

лия, которые не только функциональны и удобны во время спортивных мероприятий, но и визуально привлекательны.

В ходе проектирования спортивной одежды из трикотажного материала бифлекс было выявлено, что сублимационная печать приводит к усадке ткани [15]. Это сокращение размеров на 5 мм в ширину после печати оказывает влияние на конструкцию лекал, требуя их корректировки для компенсации усадки и обеспечения точности размеров готового изделия, и подчеркивает необходимость дальнейшего исследования данного явления.

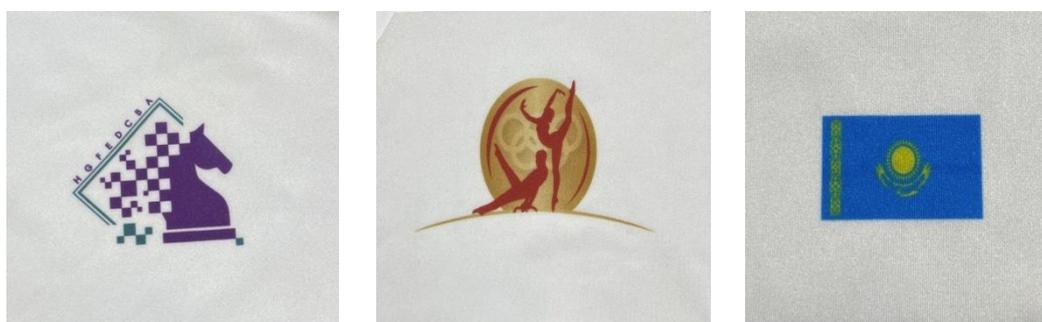


Рисунок 1. Опытные образцы сублимационной печати на Образце 2.

Заключение, выводы.

Основным материалом для этих образцов была выбрана сублимационная ткань. Такое решение было обусловлено её уникальными характеристиками: сублимационная ткань обычно содержит 79-88% полиамида, дополненных 12-18% эластана. Эта комбинация обеспечивает прочность материала, его устойчивость к затяжкам и морщинам, а также идеально подходит для сублимационной печати. Применение такой ткани позволяет наносить на неё принты, которые отличаются долговечностью, устойчивостью к выгоранию и осыпанию, сохраняя яркость и чёткость изображения даже при интенсивном использовании и частых стирках. Выбор этой ткани также был продиктован необходимостью сочетания эстетической привлекательности с функциональными требованиями, характерными для костюмов художественной гимнастики.

Исследование показало, что все три образца материала бифлекс обладают высокой растяжимостью, соответствующей требованиям спортивной одежды. Образец 2 выделяется своей уникальной комбинацией высокой эластичности и большей устойчивости цвета нанесения, что делает его потенциально предпочтительным для определенных участков спортивной одежды. Эти результаты могут

быть полезны для дальнейшего проектирования и оптимизации спортивных изделий, особенно в контексте обеспечения комфорта и функциональности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Гришанова И.А., Мигачева О.С. Состояние мирового и отечественного рынков синтетических волокон, нитей, нетканых материалов и его перспективы. // Вестник технологического университета, Т. 18, № 9.- 2015.- С. 191-195.
2. Давыдов А.Ф., Шустов Ю.С. Курденкова А.В., Белкина С.Б. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности. – М.: ФО-РУМ: инфра – М, 2014. – 384 с.
3. Кучеренко О.А., Горбачевская М.С. Исследование деформационных свойств трикотажных полотен методом двухосного растяжения // Технико-технологические проблемы сервиса, 2015.- N 2 (32). - С. 11-16.
4. Brown, M. (2018). The Biomechanics of Leotard Design for Rhythmic Gymnastics. Journal of Sports Science and Medicine, 17(4), 567-574.
5. Gibson, P., Rivin, D., Kendrick, C., Schreuder-Gibson, H., "Humidity-Dependent Air Permeability of Textile Materials," Textile Research Journal, Vol 69, No 5, 1999, pp. 311-317.
6. Амирова Э.К., Сакулина О.В. Изготовление специальной и спортивной одежды: учебник для кадров массовых профессий. М.: Легпром-бытгиздат, 1985.- 256 с.

7. Lee, S. (2017). A Survey of Leotard Design Preferences Among Rhythmic Gymnasts. *Journal of Dance Medicine & Science*, 21(1), 45-50.

8. Song, Y. J., & Kim, J. H. (2004). A theoretical investigation into the element difficulty composition of rhythmic gymnastics. *Journal of Bucheon University*, 25(-), 191-194.

9. Cheema MS, Anand SC and Shah TH Development of Nonwoven Fabrics for Clothing Applications // *Journal of Textile Science & Engineering* 8: 382. doi:10.4172/2165-8064.1000382, 2018.

10. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Исследование новых видов комбинированного трикотажа // *Дизайн и технологии*, 2017.- N 60(102).-С.64-68.

11. Хисамиева Л.Г., Петрова А.А., Гилязова А.А., Бадрутдинова А.Н. Декорирование поверхности полимерных материалов с помощью лазерной технологии // *Вестник Казанского технологического университета*, Т. 15, №11, - 2012, - С. 127-128.

12. Bruce, T. (2003). *Pass*. In J. Denison & P. Markula (Eds.), *Moving writing: Crafting movement in sport research* (pp. 133–150). New York: Peter Lang.

13. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов (в 3-х т.) – Т.3.: Заключительная отделка текстильных материалов. – М.: Рос. заоч. ин-т текстил. и лег. пром-сти, 2001. – с. 298

14. Кучеренко О.А., Коваленко Е.В. Проектирование бытовой одежды из трикотажа // *Технико-технологические проблемы сервиса*, 2011.- № 3(17).- С.69-73.

15. Васильева, Н.Г. Нанотехнологии в текстильной промышленности / Н.Г.Васильева // *Вестник Казан. технол. ун-та*. – 2011. – Т. 14, № 8 – С. 358-360.

REFERENCES

1. Grishanova I.A., Migacheva O.S. Sostoyanie mirovogo i otechestvennogo rynkov sinteticheskikh volokon, nitel, netkanykh materialov i ego perspektivy. // *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*, Т. 18, № 9, 2015, s. 191-195. [The State of the Global and Domestic Markets of Synthetic Fibers, Threads, Nonwoven Materials, and Its Prospects] // *Bulletin of the Technological University*, Vol. 18, No. 9, 2015, pp. 191-195. (In Russian)

2. Davydov A.F., Shustov Yu.S., Kurdenkova A.V., Belkina S.B. Tekhnicheskaya ekspertiza produktsii tekstil'noy i legkoy promyshlennosti. – М.: FORUM: infra – М, 2014. – 384 p. [Technical Expertise of Textile and Light Industry Products] – Moscow: FORUM: infra – М, 2014. – 384 pages. (In Russian)

3. Kucherenko O.A., Gorbachevskaya M.S. Issledovanie deformatsionnykh svoystv trikotazhnykh poloten metodom dvukhosnogo rastyazheniya // *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa*. 2015. N 2 (32). S. 11-16. [Investigation of Deformation Properties of Knitted Fabrics by Biaxial Stretching Method] // *Technical and Technological Service Problems*. 2015. No. 2 (32). PP. 11-16.

4. Brown, M. (2018). The Biomechanics of Leotard Design for Rhythmic Gymnastics. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(4), 567-574.

5. Gibson, P., Rivin, D., Kendrick, C., Schreuder-Gibson, H., “Humidity-Dependent Air Permeability of Textile Materials,” *Textile Research Journal*, Vol 69, No 5, 1999, pp. 311-317.

6. Amirova E.K., Sakulina O.V. Izgotovlenie spetsial'noy i sportivnoy odezhdyy [Manufacture of Special and Sportswear: Textbook for Mass Professions Personnel Training]. *uchebnik dlya kadrov massovykh professiy*. М.: Legprombytizdat. 1985.- 256 p. (In Russian)

7. Lee, S. (2017). A Survey of Leotard Design Preferences Among Rhythmic Gymnasts. *Journal of Dance Medicine & Science*, 21(1), 45-50.

8. Song, Y. J., & Kim, J. H. (2004). A theoretical investigation into the element difficulty composition of rhythmic gymnastics. *Journal of Bucheon University*, 25(-), 191-194.

9. Cheema MS, Anand SC and Shah TH Development of Nonwoven Fabrics for Clothing Applications // *Journal of Textile Science & Engineering* 8: 382. doi:10.4172/2165-8064.1000382, 2018.

10. Gulyaeva G.Kh., Mukimov M.M. Issledovanie novykh vidov kombinirovannogo trikotazha // *Dizayn i tekhnologii*. 2017. N 60(102). [Investigation of New Types of Combined Knitwear // *Design and Technologies*. 2017. No. 60(102)]. (In Russian)

11. Khisamieva L.G., Petrova A.A., Gilyazova A.A., Badrutdinova A.N. Dekorirovanie poverkhnosti polimernykh materialov s pomoshch'yu lazernoy tekhnologii // *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, Т. 15, №11, - 2012, - s. 127-128. [Surface Decoration of Polymer Materials Using Laser Technology] // *Bulletin of Kazan Technological University*, Vol. 15, No. 11.- 2012.- PP. 127-128. (In Russian)

12. Bruce, T. (2003). *Pass*. In J. Denison & P. Markula (Eds.), *Moving writing: Crafting movement in sport research* (pp. 133–150). New York: Peter Lang.

13. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов (в 3-х т.) – Т.3.: Заключительная отделка текстильных материалов. – М.: Рос. заоч. ин-т текстил. и лег. пром-сти, 2001. – с. 298. [Krichevsky, G.E. Chemical Technology of Textile Materials: Textbook for Universities] (in 3 volumes) – Vol. 3: Final Finishing of Textile Materials. – Moscow: Russian Correspondence Institute of Textile and Light Industry, 2001. – P. 298. (In Russian)

14. Kucherenko O.A., Kovalenko E.V. Proektirovanie bytovoy odezhdyy iz trikotazha // *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa*. 2011. N 3(17). S.69-73. [Designing Knitwear for Everyday Clothing] // *Technical and Technological Service Problems*. 2011. No. 3(17). PP. 69-73. (In Russian)

15. Vasil'eva, N.G. Nanotekhnologii v tekstil'noy promyshlennosti [Nanotechnologies in the textile industry], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta (Vestnik Kazan. technol. un-ta)*. - 2011. - Vol. 14, No. 8 - P. 358-360. (In Russian)