

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

УДК 687.14

№ госрегистрации

20231610

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

УО «ВГТУ»

Е.В. Ванкевич

2024 г.

М.П.

ОТЧЕТ О НИР

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ**

Отдельный проект Министерства Образования РБ
(итоговый)

01.04.2023 г – 31.12.2024 г

2023 – Г/Б – 387


Научный руководитель,

к.т.н., доц.

Начальник НИЧ

 Д.К. Панкевич


27.12.2024г

 В.А. Сажин


27.12.2024г

Витебск, 2024

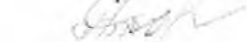
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель  Д.К. Панкевич (руководство
ВНС, к.т.н., доц. темой)

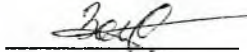
Исполнители:

МНС  Л.П. Атаева (разделы 1, 2)

МНС  Н.М. Анушко (раздел 1, 2)

МНС  С.С. Алахова (раздел 2)

МНС  Е.В. Бондарева (раздел 1, 2)

СМНС, студент  А.О. Золотовская (разделы 1, 2)

СМНС, студент  А.А. Глинская (разделы 2, 3)

СМНС, студент  Ю.С. Иванова (разделы 1, 2, 3)

Нормоконтролер  Д.К. Панкевич

РЕФЕРАТ

Отчет 165 с., 58 рис., 38 табл., 96 источн., 5 прил.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОЦЕНКА СВОЙСТВ, СПОРТИВНАЯ ОДЕЖДА, МОДЕЛЬ, КОНСТРУКЦИЯ, МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ, ТЕХНОЛОГИЯ.

Объект исследований – одежда из многофункциональных текстильных материалов (МТМ). Предмет исследования – эксплуатационные свойства одежды из МТМ и технология изготовления спортивной одежды из них.

Целью отдельного проекта является разработка линейки моделей спортивной одежды из инновационных многофункциональных материалов и их конструкторско-технологическая проработка для швейных предприятий Беларуси.

В данном отчете приведены результаты исследований, проводимых в течение 2023-2024 годов силами 8 исполнителей с объемом финансирования 20 000 рублей.

Согласно плану работы, за отчетный период выполнено:

- обоснование методологического подхода к выбору пакета материалов;
- разработка моделей и рациональных конструкций спортивной одежды из многофункциональных материалов различных структур;
- изготовление опытной партии образцов спортивной одежды, организация их экспериментальной носки и доработка конструкций с учетом ее результатов;
- разработка режимов и методов обработки спортивной одежды из многофункциональных материалов различных структур.

Определено понятие многофункционального текстильного материала (МТМ). Рассмотрены принципы, методы и средства оценки свойств многофункциональных материалов для одежды, на основании анализа условий эксплуатации многофункциональных текстильных материалов для ветро-водозащитной одежды выполнена разработка методики оценки их свойств. Анализ области применения водозащитных МТМ с мембраной позволил выявить три критические функции, выполнение которых обеспечивает высокий уровень качества одежды из них: функция водозащиты (отражает соответствие назначению), функция обеспечения температурного гомеостаза человека (отражает уровень комфортности), функция надежности (отражает стабильность свойств в заданном промежутке условий эксплуатации). Для каждой критической функции разработаны критерии, позволяющие применить новый функциональный подход к оценке уровня качества материалов с целью их рационального подбора в пакет одежды.

По результатам анализа моделей-аналогов и методов обработки спортивной одежды из МТМ разработано техническое задание и выполнено проектирование рациональных базовых конструкций и технологических процессов изготовления спортивной одежды из многофункциональных материалов, содержащих мембрану, с учетом специфики спортивной деятельности занимающихся греблей на каноэ, биатлоном, активным отдыхом и спортивным ориентированием.

Разработанные модели были изготовлены в материале и размещены для экспериментальной носки в спортивные организации г. Витебска с целью выбора базовых моделей, их апробации, корректировки и конструкторско-технологической

проработки. В итоге в качестве образцов приняты 8 моделей спортивной одежды из многофункциональных материалов:

- 1 костюм для девочек ветро-водозащитный (куртка и брюки) для занятий греблей на каноэ на открытой воде в осенне-весенний период;

- 1 костюм для мальчиков ветро-водозащитный (куртка и брюки) для занятий греблей на каноэ на открытой воде в осенне-весенний период;

- 5 моделей изделий ветро-водозащитных для занятий спортивным ориентированием и активного отдыха: 2 куртки женских, 1 куртка детская, 1 костюм (куртка и брюки) унисекс;

- 1 костюм детский унисекс для занятий биатлоном (куртка и полукомбинезон).

Для всех моделей разработаны рекомендации по подбору пакета материалов и технологическая последовательность обработки.

Результаты выполненной работы относятся к области легкой промышленности.

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки.....	6
Определения, обозначения и сокращения.....	7
Введение.....	8
1 Разработка методики оценки свойств многофункциональных материалов для одежды.....	10
1.1 Понятие и особенности многофункциональных материалов для одежды.....	10
1.2 Классификация и способ идентификации типа структуры многофункциональных ветро-водозащитных дышащих материалов.....	15
1.3 Принципы, методы и средства оценки свойств многофункциональных материалов для одежды.....	21
1.4 Методика оценки свойств многофункциональных материалов для одежды конкретного назначения.....	28
2 Разработка рациональных базовых конструкций и технологии изготовления спортивной одежды из многофункциональных материалов.....	34
2.1 Выбор материалов для одежды по разработанной методике.....	34
2.2 Технология спортивной одежды из многофункциональных ветро-водозащитных дышащих материалов.....	46
2.3 Разработка рациональной базовой конструкции и технологии обработки спортивной ветро-водозащитной экипировки.....	72
2.4 Разработка рациональной базовой конструкции и технологии обработки ветро-водозащитной одежды для активного отдыха.....	93
3 Экспериментальная носка одежды из многофункциональных материалов.....	104
3.1 Организация проведения и методика анализа результатов экспериментальной носки одежды.....	104
3.2 Оценка результатов экспериментальной носки и совершенствование разработанных конструкций одежды.....	110
Заключение.....	115
Список использованных источников.....	117
Список публикаций.....	124
Приложение А. Технологические последовательности обработки экипировки для занятий греблей на каноэ.....	126
Приложение Б. Технологическая последовательность обработки модели костюма унисекс для занятий спортивным ориентированием.....	137
Приложение В. Технологическая последовательность обработки модели детской ветро-водозащитной утепленной куртки для активного отдыха...	145
Приложение Г. Технологическая последовательность обработки модели женской ветро-водозащитной куртки для активного отдыха.....	154
Приложение Д. Технологическая последовательность обработки детского спортивного костюма унисекс для занятий биатлоном.....	162

ВВЕДЕНИЕ

Актуальным направлением развития швейной отрасли на сегодняшний день является разработка специализированной спортивной ветро-водозащитной экипировки из многофункциональных материалов, так как в условиях Республики Беларусь массовый выпуск одежды такого вида не налажен. Для производства такой экипировки необходимы соответствующие современные материалы, свойства которых будут способны удовлетворить весь комплекс специфических требований, предъявляемых к спортивной одежде. Соответственно, необходимы научные исследования эксплуатационных свойств применяемых материалов и их соединений с целью рационального конфекционирования пакета материалов и выбора режимов и методов обработки и соединения их в одежде.

В соответствии с климатическими условиями в Республике Беларусь массовыми и развивающимися являются гребные и зимние виды спорта, спортивное ориентирование, велосипедный спорт. Подготовка будущих спортсменов начинается с детского возраста: заниматься греблей на байдарках и каноэ дети могут начинать с 13-14 лет, спортивным ориентированием, лыжным спортом и биатлоном – с 7-8 лет [1]. В связи с этим потребность наблюдается не только в спортивной водозащитной экипировке для взрослых, но и для детей. Проектирование и изготовление детской спортивной экипировки имеет свои особенности, как технологические, так и конструктивные, например, экономически целесообразна разработка моделей унисекс, одинаково пригодных для детей обоих полов. Для получения экипировки с улучшенными эксплуатационными, гигиеническими и эргономическими свойствами необходимо решение целого ряда научных задач: изучение условий деятельности спортсмена, проведение комплексных исследований материалов, их пакетов, изделий и постановка этой продукции на производство.

Спортивная одежда должна поддерживать оптимальное тепловое равновесие организма во время занятий спортом, быть легкой, удобной, защищать от неблагоприятных внешних воздействий, от травм и механических повреждений, быть средством регулирования процесса тепло- и влагообмена между телом и окружающей средой. Для занятий спортом на свежем воздухе необходима особенная спортивная экипировка. Наиболее актуальна на сегодняшний день спортивная экипировка из *многофункциональных мембранных материалов*, которые представляют собой сочетание текстильных и пленочных слоев: они не продуваются ветром, не промокают, позволяют телу спортсмена дышать, поскольку обладают высоким уровнем паропроницаемости и водонепроницаемости одновременно.

Наряду с рациональным конфекционированием материалов в пакет изделия важную роль играет и разработка рациональной конструкции изделия, которая будет учитывать характер деятельности и особенности выполняемых движений, иметь все необходимые конструктивно-функциональные элементы для удовлетворения комплекса требований к одежде данного вида.

Целью работы является разработка линейки моделей спортивной одежды из инновационных многофункциональных мембранных материалов и их конструкторско-технологическая проработка для швейных предприятий Беларуси. В соответствии с поставленной целью **задачами** проекта являются:

- обоснование методологического подхода к выбору пакета материалов и разработка методики оценки свойств многофункциональных материалов для одежды;
- разработка моделей и рациональных конструкций спортивной одежды из многофункциональных материалов различных структур;
- изготовление опытной партии образцов спортивной одежды, организация их экспериментальной носки и доработка конструкций с учетом ее результатов;
- разработка режимов и методов обработки спортивной одежды из многофункциональных материалов различных структур.
- формирование рекомендаций по выбору материалов, режимам и методам обработки спортивной одежды из многофункциональных материалов.

1 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ

1.1 Понятие и особенности многофункциональных материалов для одежды

Существенными проблемами, стоящими перед современным обществом, являются нехватка ресурсов и перенаселение при одновременном неконтролируемом избытке производства товаров и накоплении отходов. Значительный процент мирового выпуска одежды не реализуется, а часть реализованной одежды используется не более двух раз. На каждые пять произведенных предметов одежды приходится три, которые попадают на свалку или сжигаются. Многие материалы для одежды имеют очень длительный ресурс, а одежда выходит из моды значительно раньше, чем ресурс материалов, из которых она изготовлена, исчерпается. Процент собираемой для переработки одежды невелик и составляет: 25% в Германии, 15% в США, 12% в Японии и 10% в Китае. Каждый год на мусорные полигоны России вывозится около 2 млн. тонн одежды [1], отходы текстильной и швейной промышленности Беларуси составляют более 100 тысяч тонн ежегодно [2]. Человечеству пора задуматься над тем, что настало время перехода от общества потребления к обществу ответственного использования. В связи с этим актуальным является вопрос прогнозирования и оценки свойств материалов для одежды и рационального их использования, основанного на способности устанавливать, оценивать и заранее задавать уровень соответствия материалов назначению.

Потребительские свойства материалов для одежды принято оценивать с использованием их количественной характеристики – показателей свойств. Номенклатура этих показателей зависит от назначения, структуры и волокнистого состава материалов, регламентируется техническими нормативно-правовыми актами, обеспечивается стандартными методами и средствами определения показателей и их рекомендуемыми значениями.

Сегодня понимание потребительских свойств материалов для одежды претерпело изменения. Смена модели потребления, развитие способов торговли и коммуникации с потребителем, появление новых высокотехнологичных продуктов, повышение требовательности покупателя и формирование ответственного отношения к потреблению [3] приводят к тому, что каждый покупатель одежды хочет и имеет право точно знать, какие именно функции она гарантированно способна выполнить, как долго и при каких условиях. Теперь наука и производство стремятся описать свойства материалов не застывшими в тисках стандартных методов определения характеристиками, а более информативными способами. Одним из таких способов является описание свойств материалов через описание функций, которые они способны выполнить в изделии. Все чаще в диссертациях [4, 5], научных публикациях [6-13], перечнях приоритетных направлений научных исследований [14, 15] встречается словосочетание «многофункциональные текстильные материалы».

Изначально термин «функциональные материалы» использовался для обозначения новых материалов со сложными схмотехническими функциями. Так, в

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Herrmann, S. A new textiles economy: Redesigning fashion's future [Text] / S. Herrmann [et al]. – Ellen MacArthur Foundation, 2017.– 150 p.
2. Зими́на, Е. Л. Технологические и теоретические основы получения материалов с использованием текстильных отходов : монография [Текст] / Е. Л. Зими́на, А. Г. Коган, В. И. Ольшанский – Витебск: УО «ВГТУ», 2019.– 230 с.
3. Шайтанова, М. М. Современное понимание комплекса потребительских свойств одежды [Текст] / М. М. Шайтанова // Костюмология. – 2022. – Том 7, №1. – URL: [https:// kostumologiya.ru/PDF/03TLKL122.pdf](https://kostumologiya.ru/PDF/03TLKL122.pdf).
4. Колесников, Н. В. Исследование свойств и выбор оптимальных структур функциональных трикотажных полотен бельевого назначения [Текст] : дис. ... канд. техн. Наук : 05.19.01/ Моск. гос. текст. ун-т им. А.Н. Косыгина – Москва, 2012. – 199 с.
5. Хамматова, Э. А. Регулирование свойств многофункциональных текстильных и пленочных материалов для улучшения эксплуатационных показателей защитных швейных изделий специального назначения [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01/ Казан. нац. исслед. технол. ун-т – Казань, 2013. – 209 с.
6. Усманова, Э. Д. Способы получения многофункциональных текстильных материалов с различными полимерными покрытиями [Текст] / Э. Д. Усманова, И. В. Усманов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – №7.– С.91–92.
7. Dolez, P. I. Fibers and textiles for personal protective equipment: review of recent progress and perspectives on future developments [Text] / P. I. Dolez, S. Marsha, R. H. McQueen // Textiles. – 2022. – Vol.2.– P.349–381.
8. Ramkumar, S. Fabrics go multifunctional [Electronic resource]. – Access mode: <https://advancedtextilesource.com/2017/08/21/fabrics-go-multi-functional/>, free. – (access date: 01.08.2022).
9. Джанпаизова, В. М. Многофункциональные перевязочные материалы с антимикробной отделкой и их применение в медицине [Текст] / В. М. Джанпаизова, Р. С.Ташменов, Ж. С. Токсанбаева, Г. Ш. Аширбекова, Н. Н. Толганбек // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 6. – С. 113-117.
10. Jao, Y. Multifunctional textile for energy harvesting and self-powered sensing applications / Y. Jao, T. Chang, Z. Lin // ECS Trans, 2017. [Electronic resource]. – Access mode: <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/07707.0047ecst>, free. - (access date: 02.08.2022).
11. Ehrman, A. Nanosensors and nanodevices for smart multifunctional textiles [Text] / A. Ehrman, T. Nguyen, P. Nguyen-Tri – Elsevier, 2020.– 390 p.
12. Безбородов, В. С. Современные направления развития многофункциональных материалов: анизотропия, самоорганизующиеся системы, супрамолекулярная химия [Текст] / В. С. Безбородов, С. Г. Михаленок, Н. М. Кузьменок // Технология органических веществ : материалы докладов 83-й науч.-техн. конф., Минск, 4-15 февраля 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 13.

13. Кричевский, Г. Е. Нано, био, инфо, когно, социо (NBICS) – технологии для Мира и Войны [Текст] / Г. Е. Кричевский – Lambert Academic Publishing, 2017.– 644 с.
14. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы : указ Президента РБ от 07.05.2020 № 156.
15. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы), утвержд. распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р.
16. Пинчук, Л. С. Введение в систематику умных материалов [Текст] / Л. С. Пинчук, В. А. Гольдаде, С. В. Шилько, А. С. Неверов. – Минск: Беларуская навука, 2013.– 399 с.
17. Осипенко, Л. А. Разработка и исследование научно обоснованной методики конфекционирования материалов для одежды различного назначения [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01/ Моск. гос. ун-т сервиса – Москва, 2004. – 145 с.
18. Almeida, L. Functionalisation of textiles - future perspectives [Electronic resource]. - Access mode: <https://technicaltextile.net/articles/functionalisation-of-textiles>, free. – (access date: 03.08.2022).
19. Koros W.J., Ma Y.H., Shimidzu T. Terminology for membranes and membrane processes (IUPAC Recommendations 1996)// Pure and Applied Chemistry, 1996, vol. 68, no. 7, p. 1479 – 1489.
20. Буркин А.Н., Панкевич Д.К. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов. // Витебск: УО «ВГТУ», 2020. 190 с.
21. Обзор рынка мембранных тканей. URL: <https://asiz.ru/obzor-rynka-membrannyh-tkanej/> (дата обращения 01.03 2024)
22. Мембранные материалы в СИЗ. URL: <https://getsiz.ru/anatolij-kutnyakov-potencial-rynka-siz-iz-membrannyh-tkanej/> (дата обращения 01.03 2024)
23. Базров Б.М. Анализ классификаций изделий машиностроения. // Наукоемкие технологии в машиностроении, 2017, № 7(73), С. 29 – 33.
24. Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Вершинина А.В. Программный комплекс по проектированию и выбору пакетов и материалов легкой промышленности // Theoretical & Applied Science, 2018, № 1 (57), С. 186 – 190.
25. Кирсанова Е.А., Павлов М.А., Демская А.А Идентификация элементов баз данных и производственных задач конфекционирования материалов для женских жакетов // Дизайн и технологии, 2016, № 55 (97), С. 46 – 51.
26. Зуева О. Н. Совершенствование методики идентификации мембранных текстильных материалов // Церевитиновские чтения – 2019 : материалы VI Международной научно-практической конференции, Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2019, С. 191 – 194.
27. Mukhopadhyay A., Midha V.K. A Review on Designing the Waterproof Breathable Fabrics Part I: Fundamental Principles and Designing Aspects of Breathable Fabrics. // Journal of Industrial Textiles, 2008, №37, pp. 225 – 262.
28. Tehrani-Bagha A.R. Waterproof breathable layers – A review // Advances in Colloid and Interface Science, 2019, №268, pp. 114 – 135.
29. Williams J.T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. // Elsevier : Woodhead Publishing Ltd, 2018. 590 p.

30. Mazari A., Havelka A. Comparison of textile membranes for moisture transport. // *Fibres and Textiles*, 2020, №5, pp. 24 – 31.
31. Панкевич Д.К., Харапудько Ю.В., Кудрицкий В.Г. Анализ структуры и эксплуатационных свойств мембранных материалов для водонепроницаемой одежды // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 2022, № 3(399), С. 101 – 109.
32. Панкевич Д.К., Ивашко Е.И., Кудрицкий В.Г. Оценка свойств многослойных мембранных текстильных материалов различных структур // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 2022, №6(402), С. 51 – 59.
33. Панкевич Д.К., Ивашко Е.И. Влияние структуры и свойств мембран на водопаропроницаемость содержащих их материалов // *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2022, №1(42), С. 68 – 79.
34. Панкевич Д.К., Иванова Н.Н. Влияние структуры на водопаропроницаемость композиционных текстильных материалов для водозащитной одежды // *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*, 2022, №1(55), С. 65 – 70.
35. Панкевич Д.К., Мойсейчик А.Ю. Исследование паропроницаемости мембранных материалов различных структур // *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2023, №2 (45), С. 27 – 32.
36. Панкевич, Д.К. Оценка свойств многослойных мембранных текстильных материалов различных структур / Д.К. Панкевич, Е.И. Ивашко, В.Г. Кудрицкий // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. – 2022. №6(402). – С. 51-59.
37. Новиков А. М., Новиков Д. А. *Методология : учебно-методическое пособие*. М.: Синтег. 2007. 668с.
38. Орленко Л. В., Гаврилова Н. И. *Конфекционирование материалов для одежды: учебное пособие*. М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М. 2022. 287 с.
39. DIN EN 343–2019. Protective clothing – Protection against rain. – intr. 2019-03-20. German version. 2019. 18 p.
40. Матрохин А. Ю. Мировые стандарты оценки качества текстильных материалов // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX)*. 2016. № 2. С. 30–35.
41. William C. Smith. *Smart Textile Coatings and Laminates*, second edition. Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2018. 290 p.
42. Метелёва О. В. Теоретико-технологическая разработка процессов герметизации швейных изделий для повышения водозащитных свойств : дис. ... докт. техн. наук. Иваново, 2007. 253 с.
43. Буркин А. Н., Махонь А. Н., Панкевич Д. К. *Эксплуатационные свойства текстильных материалов : монография*. Витебск : УО «ВГТУ», 2019. 217 с.
44. Патент РБ № 12855 Республика Беларусь, МПК G01N3/20. Прибор для определения водозащитных свойств материалов методом гидростатического давления : № u 20210283; заявл. 15.10.2021; опубл. 30.04.2022, Бюл. №2 / Буркин А. Н., Панкевич Д. К., Ивашко Е. И., Терентьев А. А. 1с.
45. Устройство для контроля паропроницаемости материалов : патент 13087 Респ. Беларусь : МПК G 01N 15/00 (2006.01) / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич, В. Д.

Борозна, Е. И. Ивашко, А. А. Терентьев. - № и 20220111 ; заявл. 16.05.2022 ; опубл. 30.12.2022, Бюл. № 6 (149).

46. Калькулятор для расчета парциального давления водяного пара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gidrotgv.ru/raschet-parcialnogo-davleniya-nasyshhenного-vodyanого-para/>. – Дата доступа: 14.04.2024.

47. Патент РБ № 12574 Республика Беларусь, МПК G01N3/20. Установка для испытания эластичных полимерных материалов : № и 20200088; заявл. 04.04.2020; опубл. 30.04.2021, Бюл. №2 / Буркин А. Н., Борозна В. Д., Лядова А. С., Панкевич Д. К., Радюк А. Н., Терентьев А. А.; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет». 1с.

48. Даргевич, В.И. Климатические особенности регионов Республики Беларусь // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Инновации в технике и технологии дорожно-транспортного комплекса»: в 6 т. – Минск, 2013. – Т. 1 – С. 17-20.

49. Логинов, В.Ф. Современные изменения климата Беларуси // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 51-74. – DOI 10.21513/2410-8758-2022-1-51-74.

50. Симоненко, Д.Ф. Лабораторная оценка носкости материалов для одежды – Москва : «Легкая индустрия», 1978. – 112 с.

51. Туханова, В.Ю., Тихонова, Т.П. Инженерное конфекционирование материалов для швейных изделий // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9. – С. 105-109.

52. Влияние факторов окружающей среды на материалы легкой промышленности: монография / А. П. Жихарев [и др.] – Казань: КГТУ, 2011. – 232 с.

53. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing / J. Williams. – Elsevier: Wood head Publishing Ltd, 2018. – 590 p.

54. Waterproof breathable fabrics / D.A. Holmes. – England ; Cambridge : The Textile Institute, 2000. – 576 p.

55. Бурмистрова, О.В., Перов, С.Ю., Сажина, М.В. Физиологические сдвиги в организме при работе в нагревающей среде в шунтирующих экранирующих средствах индивидуальной защиты // Гигиена и санитария. – 2023. – Т.102(9). – С. 921-927. – <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-9-921-927>. EDN: zdjzzg

56. Любушин, Н.П., Брикач, Г.Е. Использование обобщенной функции желательности Харрингтона в многопараметрических экономических задачах // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – №18 (370). – С. 2 – 10. – URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-obobschennoy-funktsii-zhelatelnosti-harringtona-v-mnogoparametricheskih-ekonomicheskikh-zadachah> (дата обращения: 08.09.2024)

57. Экологический мониторинг параметров микроклимата: монография / Е. И. Тимофеева, Г.В. Федорович – Москва: НТМ, 2005. – 194 с.

58. Lomax G. Breathable polyurethane membranes for textile and related industries / G. Lomax – DOI <https://doi.org/10.1039/B703447B> // J.Mater. Chem. – 2007 – Issue 27. – P. 2775–2784. – URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2007/jm/b703447b/unauth> (дата обращения: 08.09.2024).

59 Alexander Burkin, Darya Pankevich, Katerina Ivashko, and Anna Lyadova, "Properties of membrane textile materials for apparel in modeling exploitation wear", AIP Conference Proceedings 2430, 030005 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0077835>.

60. Ивашко, Е.И., Буркин, А.Н. Влияние температуры и влажности на свойства водозащитных материалов для специальной одежды // сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Повышение энергоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности», посвященного 110-летию А.Н. Плановского (ISTS «EESTE-2021»): Т. 2 / Москва: ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2021. – С. 134-138.

61. Гигиена и экология человека / В. И. Архангельский, В. Ф. Кириллов – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 176 с.

62. Лукашевич, Д. А. Полипараметрический анализ движений спортсменов в тестах на гребных эргометрах и в естественных условиях управляемой среды // Ученые записки. – 2021. – № 24. – С. 41–52.

63. Гребля для детей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rebenokvsporte.ru/greblya-dlya-detej-so-skolki-let-i-kakaya-polza>. – Дата доступа: 07.04.2022

64. Амирова, Э.К. Изготовление специальной и спортивной одежды: Учебник для кадров массовых профессий. / Э. К. Амирова, О. В. Сакулина. – Москва : Легпромиздат, 1985. – 256 с.

65. Трутченко, Л.И. Конструирование швейных изделий: пособие / Л.И. Трутченко. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 236 с.

66. Куртка «Light» Gelanots [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ordana.com/catalog/kurtki/kurtki_81.html?l=ru. – Дата доступа: 05.03.2022

67. Baffin jacket [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://level-six.eu/collections/mens-splash-tops/products/baffin-combination-top>. – Дата доступа: 05.03.2022

68. Куртка «Phoenix» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ordana.com/catalog/kurtki/kurtki_384.html?l=ru. – Дата доступа: 05.03.2022

69. Women's Helium Splash Jacket [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nrs.com/womens-helium-splash-jacket/pekq>. – Дата доступа: 05.03.2022

70. Paddling jacket (gore-tex) - women's [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kokatat.com/paddling-jacket-gore-tex-womens/>. – Дата доступа: 05.03.2022

71. Абдуллаева, Г.Ш. Изучение динамической антропометрии и возможности её применения для изготовления одежды различного назначения [Текст] / Г. Ш. Абдуллаева, З. Н. Турсунова // Молодой ученый. – 2014. – №2. – С. 95-98.

72. Гребля на байдарках и каноэ – техника [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.world-sport.org/cycle/greblya_kayak_canoe/technology/ – Дата доступа: 22.05.2022.

73. Пикуза, Н. Э. Сравнительная характеристика морфофункциональных показателей гребцов-академистов и гребцов на байдарках и каноэ школы олимпийского резерва города Мозыря / Н. Э. Пикуза, В. Н. Жданович // Проблемы здоровья и экологии – 2011. – № 3 (29). – с. 145-149.

74. Мартиросов Э.Г. Морфологические критерии отбора в академическую греблю юношей и девушек 13 – 18 лет / Мартиросов Э.Г., Давыдов В.Ю., Абрамова Т.Ф. // Гребной спорт : Ежегодник. – Москва, 1985. – с. 43-48.
75. Абдуллаева Г. Ш. Изучение динамической антропометрии и возможности её применения для изготовления одежды различного назначения [Текст] / Г. Ш. Абдуллаева, З. Н. Турсунова // Молодой ученый. – 2014. – №2. – с. 95-98.
76. Williams, J. T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. – Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2018. – 590 p.
77. Черкасова, Т.С. Особенности получения качественных ниточных соединений мембранных текстильных материалов / Т.С. Черкасова, Д. К. Панкевич // Материалы докл. 54-й Международной научно-технич. конф. преподавателей и студентов, 22 апреля 2021 года. Т.2. – Витебск: УО «ВГТУ», 2021. – С. 183-186.
78. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Т.1. Теоретические основы / ЦНИИШП. – М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1988. – 164 с.
79. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Т.5. Базовые конструкции одежды для девочек / ЦНИИШП. – М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1990. – 276 с.
80. Технология швейных изделий : учебник / Н. Н. Бодяло [и др.]. – 2-е изд., стер. – Витебск : УО «ВГТУ», 2016. – 307 с.
81. Моделирование и конструирование одежды : лабораторный практикум. В 2 ч. Ч.1 : Конструктивное моделирование / сост. В. П. Довыденкова, С. С. Алахова. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 76 с.
82. Мартынова, А. И. Конструктивное моделирование одежды: учебное пособие для вузов / А. И. Мартынова, Е. Г. Андреева. – Москва : МГА Легпром, 2002,1999. – 216 с.
83. Панкевич, Д.К. Эксплуатационные свойства ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе / Д.К. Панкевич, И.А. Буланчиков // Технологии и качество. – 2021. – №. 2. – С. 43–48.
84. Буркин, А.Н. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография / А.Н. Буркин, Д.К. Панкевич ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – 189 с.
85. Панкевич, Д.К. Прогнозирование надежности водозащитной спортивной экипировки / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин // Материалы Межвузовского международного конгресса «Высшая школа: научные исследования», Москва, 26 ноября 2020 года / Инфинити (Уфа). – Москва, 2020. – С. 218–227.
86. Официальный сайт компании «Медиана-фильтр». Мембраны. Мембранные модули [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://www.mediana-filter.ru/kh2_3.html. – Дата доступа : 20.11.2022.
87. Федоров, А.И. Еще раз о мембранах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.veloufa.ru>. – Дата доступа : 25.11.2022.
88. Бесшапошникова, В.И. Текстильные материалы в производстве одежды : учебное пособие / В.И. Бесшапошникова. – Саратов : РИЦ СГТУ, 2010. – 208 с.
89. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях : учебно-справочное руководство / В.А. Струк [и др.] – Долгопрудный : Интеллект, 2010. – 536 с.

90. Черкасова, Т.С. Особенности получения качественных ниточных соединений мембранных текстильных материалов / Т.С. Черкаова, Д. К. Панкевич // Материалы докладов 54-й Международной научно-технич. конф. преподавателей и студентов, 22 апреля 2021 года. Т.2. – Витебск: УО «ВГТУ», 2021. – С. 183-186.
91. Williams, J. T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing / J. T. Williams. – Elsevier : Wood head Pablishing Ltd, 2018. – 590 p.
92. Покровская, Е.П. Технология герметизации швов водозащитных швейных изделий / Е. П. Покровская. – Саарбрюкен, LAP LAMBERT Akademic Publishing (Германия), 2014. – 264 с.
93. Бондаренко, Л. И. Обеспечение комплекса защитных свойств соединений спецодежды / Л.И. Бондаренко, О.В. Метелева // Технология текстильной промышленности. – 2020. – № 1 (385). – С. 184–188.
94. Williams J. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. Elsevier : Woodhead Pablishing Ltd, 2018. – 590 p.
95. Leqi, L., Shuo, S., Dong, W., Shuo, M., Jian-Guo, D., Shaohai, F., Jinlian, H. (2023), Recent Advances in Thermoregulatory Clothing: Materials, Mechanisms, and Perspectives, *ACS Nano*, 2023, №17 (3), pp. 1803-1830.
96. Панкевич, Д. К. Эксплуатационные свойства ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе / Д.К. Панкевич, И.А. Буланчиков // Технологии и качество. – 2021. – № 2(52). – С. 43-48