

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.017.56:536.21 + 687.03  
№ ГР 20130578  
Инв. № \_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Проректор УО «ВГТУ»  
по научной работе, д.э.н.  
Е.В. ВАНКЕВИЧ  
М.П.  
« 22 » декабря 2014 г.

**ОТЧЕТ**

по научно-исследовательской работе

**Разработка методов и средств оценки теплозащитных свойств пакетов  
материалов одежды**

2013-г/б-399  
(заключительный)

Начальник НИЧ

Научный руководитель,  
д.т.н., доцент

19.12.2014  
15.12.2014

С.А. БЕЛИКОВ

А.А. КУЗНЕЦОВ

Витебск, 2014



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:  
Г.Н.С. (д.т.н., доцент)

15.12.15   
подпись, дата.

КУЗНЕЦОВ А.А.  
(общее руководство,  
координация выполнения  
НИР, введение, заключение)

Исполнители:

С.Н.С.

15.12.2014   
подпись, дата.

КЛИМЕНКОВА С.А.  
(Раздел 1, 4)

Н.С.

15.12.2014   
подпись, дата.

ЛЕОНОВ В.В.  
(Раздел 1, 4)

Н.С.

15.12.2014   
подпись, дата.

НАДЁЖНАЯ Н.Л.  
(Раздел 5, 8)

М.Н.С.

15.12.2014   
подпись, дата.

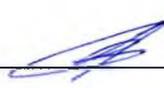
СОКОЛОВА А.С.  
(Раздел 1, 3, 4, 7)

лаборант

15.12.2014   
подпись, дата.

ПРОХОРОВ А.П.  
(Раздел 2, 6)

Нормоконтролер

15.12.2014   
подпись, дата.

КУКСЕВИЧ В.Ф.

## РЕФЕРАТ

Отчет 110 с., 20 рис., 22 табл., 54 источника, 4 прил.

### ПАКЕТ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ, ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА, ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ, УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТРЕБОВАНИЯ, УСТАНОВКА

Объектом исследования являются теплозащитные свойства пакетов материалов.

Целью научно-исследовательской работы является разработка и практическая апробация методов и средств оценки теплозащитных свойств пакетов материалов одежды.

В процессе работы был проведен анализ существующих методов и средств оценки теплозащитных свойств пакетов материалов одежды, определены условия эксплуатации одежды, а также требования, предъявляемые к материалам одежды. Кроме того была разработана автоматизированная система и методика оценки теплозащитных свойств пакетов материалов одежды. Проведены исследования теплозащитных свойств однослойных материалов одежды и их пакетов.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОЦЕНКИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ .....	8
1.1 Методы оценки теплофизических свойств материалов одежды и их пакетов.....	8
1.2 Приборы, применяемые для оценки теплозащитных свойств .....	12
1.3 Анализ факторов, влияющих на теплозащитные свойства материалов одежды и их .....	17
2 АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ И ИХ ПАКЕТОВ .....	25
2.1 Анализ условий эксплуатации материалов бытовой одежды .....	25
2.2 Условия эксплуатации боевой одежды пожарных .....	30
3 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПОКАЗАТЕЛЯМ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ И ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ .....	32
4 РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ И ИХ ПАКЕТОВ .....	37
4.1 Обоснование требований к экспериментальной установке для оценки теплозащитных свойств материалов одежды и их пакетов .....	37
4.2 Разработка структурной схемы экспериментальной установки для оценки теплозащитных свойств материалов одежды и их пакетов.....	38
4.3 Разработка функциональной схемы экспериментальной установки для оценки теплозащитных свойств материалов одежды и их пакетов.....	40
4.4 Выбор технических средств .....	44
4.5 Разработка конструкции установки для оценки теплозащитных свойств пакетов материалов одежды.....	50

4.6 Система управления экспериментальной установкой для оценки теплозащитных свойств пакетов материалов одежды .....	53
5 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ЭЛЕМЕНТАХ УСТАНОВКИ И ОБРАЗЦЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ .....	60
5.1 Модель пакета материалов при стационарном тепловом режиме .....	60
5.2 Моделирование процессов, происходящих в элементах установки при проведении испытаний .....	62
6 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ЭЛЕМЕНТАХ УСТАНОВКИ И ОБРАЗЦЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ.....	72
7 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ОДЕЖДЫ И ИХ ПАКЕТОВ.....	82
8 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ .....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	110

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колесников, П.А. Теплозащитные свойства одежды / П.А. Колесников. – М.: Легкая индустрия, 1965. – 340 с.
2. Фокин В.М. Энергоэффективные методы определения теплофизических свойств строительных материалов и изделий / В.М. Фокин, А.В. Ковылин, Чернышов В.Н. – М.: Издательский дом «Спектр», 2011. – 156 с.
3. ГОСТ 20489-75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. – Введ. 01.01.1976. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 11 с.
4. Система стандартов безопасности труда. Одежда пожарных боевая. Общие технические условия: СТБ 1971-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск Госстандарт – НИЦ ВОУ МЧС г. Витебск, 2010. – 36 с.
5. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества: справочник / Гущина К.Г., Беляева С.А., Командрикова Е.Я. и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 312 с.
6. Патент JP, № 4481152. Приоритет 16.06.2010. Japan Synthetic Textile Inspection Inst Foundation. Способ и устройство для определения тепловых характеристик материала для регулирования температуры.
7. Патент JP, № 3919153. Приоритет 23.05.2007. Nichias Corp. Устройство для измерения теплопроводности.
8. Патент РФ, № 02181199. Приоритет 10.04.2002. Тамбовский военный авиационный инженерный институт. Способ неразрушающего контроля теплофизических характеристик материалов.
9. Описание полезной модели к патенту № 83337. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Восточно-Сибирский государственный технологический университет. Переносная универсальная установка для определения теплопроводности тонкослойных оберточных материалов.

10. Патент US, № 633107. Приоритет 18.12.2001. Тамбовский военный авиационный инженерный институт. Способ неразрушающего контроля теплофизических характеристик материалов.
11. Патент JP, № 3430151. Приоритет 28.07.2003. Takku Res Kk. Температурный датчик, способ и устройство для измерения теплофизических свойств образца.
12. Патент РФ, № 02167412. Приоритет 20.05.2001. Тамбовский военный авиационный инженерный институт. Способ комплексного определения теплофизических свойств материалов.
13. Патент РФ, № 02436078. Приоритет 10.12.2011. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тамбовский государственный технический университет" ГОУ ВПО ТГТУ. Способ определения теплофизических характеристик материалов.
14. Патент РФ, № 02255329. Приоритет 27.06.2005. Тамбовский военный авиационный инженерный институт. Способ определения теплофизических свойств материалов.
15. Патент РФ, № 02149386. Приоритет 20.05.2000. ТВВАИУ. Способ определения теплофизических характеристик материалов.
16. Патент РФ, № 02150695. Приоритет 10.06.2000. ТВВАИУ. Способ неразрушающего контроля теплофизических характеристик материалов.
17. Патент US, № 6676287. Приоритет 13.01.2004. Mathis Instruments Ltd. Способ прямого измерения теплопроводности.
18. Патент EP, № 1422518. Приоритет 26.05.2004. Communaute Europeenne. Способ и система для измерения температуропроводности.
19. Патент DE, № 102004026520. Приоритет 08.06.2006. Deutsches Zentrum Fuer Luft- Und Raumfahrt E.V. Способ и устройство для определения коэффициента теплопередачи в образце.
20. Патент EP, № 1450155. Приоритет 25.08.2004. Communaute Europeenne. Способ и система для теплового анализа.

21. Патент РФ, № 02180440. Приоритет 10.03.2002. Тамбовский военный авиационный инженерный институт. Способ определения коэффициента теплопроводности полимеров.
22. Патент РФ, № 02181200. Приоритет 10.04.2002. ТВВАИУ. Способ определения теплоемкости полимеров при постоянном давлении.
23. Патент EP, № 1122538. Приоритет 08.08.2001. Lavanderie Dell'Alto Adige S.P.A. Способ и устройство для контроля качества и испытания материала рабочей одежды, в частности одежды пожарных.
24. Патент US, № 6991366. Приоритет 30.01.2006. Eko Instruments Trading Co., Ltd.. Способ прямого измерения теплопроводности.
25. Патент WO, № 200903499. Приоритет 19.03.2009. National Institute Of Advanced Industrial Science and Technology; Taketoshi. Устройство для измерения термических свойств тонких пленок.
26. Суходольский, М.А. Исследование влияния пористости на теплопроводность тканей / М.А. Суходольский, В.В. Исаев // Текстильная промышленность. – 2007, №5. С. 43 – 46.
27. Замотаев, Н.П. Тепловые свойства влажных тканей / Н.П. Замотаев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1966, №5. С. 27 – 30.
28. Шустов, Ю.С. Основы текстильного материаловедения / Ю.С. Шустов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. – 302 с.
29. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости. – Введ. 01.01.1979. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 – 11 с.
30. Патент JP, № 3031531. Приоритет 10.04.2000. JAPAN SYNTHETIC RUBBER CO LTD. Способ и устройство для измерения воздухопроницаемости.
31. Патент РФ, № 02165609. Приоритет 20.04.2000. Донская государственная академия сервиса. Способ определения воздухопроницаемости объемных материалов.

32. Патент JP, № 4233561. Приоритет 04.03.2009. Nitto Denko Corp. Способ определения воздухопроницаемости объемных материалов.
33. Патент JP, № 3908311. Приоритет 25.04.2007. Toyo Seiki Seisakusho Kk. Устройство для измерения воздухопроницаемости.
34. Патент EP, № 1519186. Приоритет 30.03.2005. Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft. Способ и устройство для испытаний воздухопроницаемых материалов.
35. СТБ 947-2003. Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения. – Введ. 01.11.2003. – Минск : Госстандарт, 2003. – 16 с.
36. Конструирование одежды с элементами САПР/ Е. Б. Коблякова [и др.]; под ред. Е. Б. Кобляковой. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 464 с.
37. Климатические ресурсы Белоруссии и рациональное их использование: сборник научных статей – Минск, 1986.
38. Карпова, О.С. Конструирование швейных изделий: метод. пособие для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн» направление специальности 1-19 01 01-05 «Дизайн костюма и тканей» / О.С. Карпова. – Минск : Современные знания, 2008. – 142 с.
39. О безопасности продукции легкой промышленности : ТР ТС 017/2011. – Введ. 01.07.12. – Комиссия таможенного союза, 2012. – 44 с.
40. Ремонт бытовой техники своими силами [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elremont.ru>.
41. Термоэлектрические модули и комплексные системы охлаждения // Официальный сайт компании «КРИОТЕРМ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kryotherm.ru/> - Дата доступа : 05.12.2013.
42. Бытовая техника по низким ценам // Официальный сайт интернет-магазина «Первый каталог» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.home.1k.by/> - Дата доступа : 05.12.2013.
43. Вентс – производство систем вентиляции и кондиционирования воздуха // Официальный сайт частного акционерного общества

«Вентиляционные системы» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vents.ua/> - Дата доступа : 05.12.2013.

44. Чип и Дип – интернет-магазин приборов, радиодеталей и электронных компонентов // Официальный сайт интернет-магазина Чип и Дип [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.chipdip.ru/> - Дата доступа : 05.12.2013.

45. Heraeus Materials Technology - Heraeus Sensor Technology // Официальный сайт компании Heraeus Sensor Technology [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://heraeus-sensor-technology.com/> - Дата доступа : 05.12.2013.

46. ЗАО «ПРОМПРИБОР» - комплексные поставки контрольно-измерительных приборов // официальный сайт ЗАО «ПРОМПРИБОР» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pp66.ru/> - Дата доступа : 05.12.2013.

47. ООО «Научно-производственный центр «Европрибор» - промышленная контрольно-измерительная аппаратура (измерение давления, разности давлений, уровня, температуры). Официальные представитель «APLISENS», «LABOR-ASTER», «UWIT» и «ADEL system» в Беларуси // Официальный сайт ООО «НПЦ «ЕВРОПРИБОР» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.epr.by/> - Дата доступа : 05.12.2013.

48. Осипова, В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена / В.А. Осипова. – 2-е изд., переработ. и дополн. – Москва : «Энергия», 1969. – 392 с.

49. Булат, Л.П. Термоэлектрическое охлаждение: текст лекций / Л.П. Булат, М.В. Ведерников, А.П. Вялов и др.; под обще. ред. Л.П. Булата. – Санкт-Петербург : СПбГУНиПТ, 2002. – 147 с.

50. Шостаковский, П.Г. Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники / П.Г. Шостаковский // Компоненты и технологии – 2010. – № 1. – С. 130 – 137.

51. Шостаковский, П.Г. Разработка термоэлектрических систем охлаждения и термостатирования с помощью компьютерной программы KRYOTHERM / П.Г. Шостаковский // Компоненты и технологии – 2010. – № 7. – С. 128 – 135.

52. Шостаковский, П.Г. Разработка термоэлектрических систем охлаждения и термостатирования с помощью компьютерной программы KRYOTHERM / П.Г. Шостаковский // Компоненты и технологии – 2010. – № 9. – С. 113 – 120.

53. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов» / В.П. Преображенский. – 3-е изд., переработ. и дополн. – Москва : «Энергия», 1978. – 704 с.

54. Государственный комитет СССР по стандартам. Методические указания «Расход жидкостей и газов. Методика выполнения измерений с помощью специальных сужающих устройств» : РД 50-411-83. – Введ. 17.06.1983. – Москва : Издательство стандартов, 1984. – 40 с.