DOI: 10.17117/na.2015.12.02.225

<http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.225.pdf>

Поступила (Received): 24.12.2015

**Селина Н.Г., Кораблина С.Ю., Осина Т.М.,
Афанасьева Р.Ф., Прохоров В.Т**
**Оценка обоснованности выбора пакетов материалов
по формированию комфортных условий
военнослужащим Арктики (сообщение 3)**

**Selina N.G., Korablina S.Yu., Osina T.M.,
Afanasyeva R.F., Prokhorov V.T.**

**Assessment of the validity of the choice of materials for
the formation of a package of comfortable
conditions servicemen Arctic (3 message)**

В сообщениях проведены исследования по созданию костюма и обуви для защиты от холода военнослужащего, находящегося в условиях Арктики. В основу создания теплозащитной одежды для эксплуатации в условиях Арктики должен быть положен научный принцип, учитывающий физиологию теплообмена человека с окружающей средой. При разработке теплозащитной одежды следует выполнять требования к теплоизоляции всех областей тела. С увеличением толщины пакета материалов утепляющей одежды повышается практически только температура кожи тех областей тела, которые защищены (туловище, плечо, бедро)

Ключевые слова: костюм, обувь, военнослужащий, в условиях Арктики, холод, холодовой стресс, охлаждение, теплозащитная одежда

Селина Надежда Геннадьевна
Аспирант
Института сферы обслуживания и
предпринимательства (филиал)
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

Кораблина Светлана Юрьевна
Доцент
Федеральное бюро медико-социальной экспертизы
г. Москва, ул. Ивана Сусанина, 3

In the messages researches on creation of a suit for protection against cold of the serviceman who is in conditions of the Arctic are conducted. The scientific principle considering physiology of heat exchange of the person with environment has to be the basis for creation of heat-shielding clothes for operation in the conditions of the Arctic. When developing heat-shielding clothes it is necessary to fulfill requirements to thermal insulation of all areas of a body. With increase in thickness of a package of materials of the warming clothes practically only temperature of skin of those areas of a body, which zakshchishchena increases (a trunk, a shoulder, a hip)

Key words: a suit, the serviceman, shoes, in the conditions of the Arctic, cold, holodovaya stress, cooling, heat-shielding clothes

Selina Nadezhda Gennadevna
Graduate
Institute of the service sector and enterprise
(branch)
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

Korablina Svetlana Yurevna
Associate Professor
Federal bureau of medical and social expertise
Moscow, Ivan Susanin st., 3

Осина Татьяна Матвеевна

Кандидат технических наук, доцент
Института сферы обслуживания и
предпринимательства (филиал)
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

Osina Tatiana Matveevna

Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor
Institute of the service sector and enterprise
(branch)
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

Афанасьева Ралема Федоровна

Доктор медицинских наук, профессор, главный
научный сотрудник
Института сферы обслуживания и
предпринимательства (филиал)
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

Afanasyeva Ralema Federovna

Doctor of Medical Sciences, Professor, chief scientific
officer
Institute of the service sector and enterprise
(branch)
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

Прохоров Владимир Тимофеевич

Доктор технических наук, профессор
Института сферы обслуживания и
предпринимательства (филиал)
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

Prohorov Vladimir Timofeevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Institute of the service sector and enterprise
(branch)
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

Для вычисления зависимости температуры внутриобувного пространства от времени при различных температурах окружающей среды самой уязвимой части верха обуви – носочной – были апробированы 10 пакетов материалов, используемые ведущими зарубежными и отечественными производителями обуви специального назначения (таблица 1). Расчеты проведены с помощью программы, написанной в математическом редакторе «Maple» при различной температуре окружающей среды, а именно: -30°C , -40°C , -50°C .

Плотность теплового потока стопы выбираем согласно рекомендации Р.Ф. Афанасьевой.

Начальная температура обуви (22°C). Коэффициент теплоотдачи с поверхности пакета в окружающую среду ($\alpha = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$). Графики зависимости температуры внутриобувного пространства в области носочной части при различных температурах окружающей среды для одиннадцати образцов обуви, изготовленной ведущими зарубежными и отечественными производителями, представлены на рисунках 1-9.

Из полученных аналитических зависимостей температуры от времени её воздействия на обувь, рассчитано время комфортного пребывания стопы в обуви, которое обеспечивается пакетами материалов для носочной части (таблица 2), используемые производителями.

Из таблицы 2 следует, что проанализированные виды обуви не обеспечивают создания комфортных условий стопе при использовании их в I и II климатических зонах.

Это же было подтверждено полученными результатами анкетирования основных потребителей этих видов обуви: представителей вооруженных сил России, строителей, представителей других рабочих профессий. По их общему мнению все рассмотренные виды обуви не обеспечивают комфортные условия в период её эксплуатации при пониженных температурах (-30°C и ниже).

Таблица 1. Пакеты материалов для носочной части заготовки верха обуви

№	Материалы, входящие в пакет	Толщина материалов (мм)	Коэффициент теплопроводности λ (Вт/(м·°C))	Коэффициент температуропроводности a (м ² /ч)
1	2	3	4	5
Ш	Фирма ООО «Шане» г. Москва			
	Шерстяной носок	3,0	0,03	0,00042
	Натуральный мех	12,0	0,039	0,0003
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,051	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Кожа хромового дубления	2,2	0,062	0,00019
ВТК	Волжская текстильная компания			
	Шерстяной носок	3,0	0,03	0,00042
	Искусственный мех	8,0	0,042	0,0003
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,05	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Кожа хромового дубления	2,2	0,062	0,00019
В1	Фирма BIANCO г. Москва			
	Шерстяной носок	3,0	0,03	0,00042
	Натуральный мех	12,0	0,039	0,0003
	Термопластичный материал (подносок)	1,2	0,100	0,00038
	Сетка утеплитель НП	1,6	0,032	0,00054
	Кожа хромового дубления	2,2	0,062	0,00019
У	Группа «Компания УРСУС» г. Москва	3,0 8	0,03 0,042	0,00042 0,0003
	Шерстяной носок			
	Искусственный мех	1,2		
	Термопластичный материал (подносок)	0,3 2,2	0,100 0,033	0,00038 0,00047
	Термоткань		0,062	0,00019
	Кожа хромового дубления			
С	ЗАО «Скороход» г. Санкт-Петербург			
	Шерстяной носок	3,0	0,03	0,00042
	Искусственный мех	8	0,042	0,0003
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,051	0,00046
	Тинсулейт – Т	6	0,059	0,00058
	Ламинированный подкладочный материал	3,2	0,042	0,00051
ВС-1	Кожа хромового дубления	2,2	0,062	0,00019
	ЗАО «Скороход-ВС» г. Санкт-Петербург			
	Шерстяной носок	3,0	0,003	0,00042
	Искусственный мех	8	0,042	0,0003
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,051	0,00046
	Утеплитель «Кабриэль»	3,6	0,07	0,00065

	Термобязь Кожа хромового дубления	0,3 2,2	0,033 0,062	0,000047 0,00019
BC-2	ЗАО «Скороход-ВС» г. Санкт-Петербург			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Искусственный мех+ подкладочный материал	8	0,042	0,0003
	«Типика»	6	0,05	0,00059
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,051	0,00046
	Термоткань	0,3	0,033	0,00047
	Кожа хромового дубления	2,2	0,062	0,00019
BC-3	Та же фирма			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Натуральный мех	12	0,039	0,0003
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,051	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Кожа хромового дубления	2,2	0,062	0,00019
Ф	ЗАО «Компания Фарадей» г. Москва			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Мех полушерстяной	8	0,046	0,00038
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,051	0,00046
	Термоткань	0,3	0,03	0,00047
	Кожа хромового дубления	2,2	0,62	0,00019
Д	ЗАО «Донобувь» г. Ростов-на-Дону			
	Шерстяной носок	3	0,0300	0,00042
	Искусственный мех+ «Кабриэль»	8	0,042	0,0003
	Гранмитоль (два слоя)	3,6	0,07	0,00065
	Термоткань	2,4	0,051	0,00046
	Кожа хромового дубления	0,3	0,033	0,00047
	«Нубук»	2,2	0,060	0,00018

Рис. 1. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви Фирма ООО «Шане»г. Москва

Рис. 2. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви Волжская текстильная компания

Рис. 3. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви Фирма BIANCO г. Москва

Рис. 4. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви Группа «Компания УРСУС»

Рис. 5. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви ЗАО «Скороход» г. Санкт-Петербург

Рис. 6. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви ЗАО «Скороход-ВС» 1 г. Санкт-Петербург

Рис. 7. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви ЗАО «Скороход-ВС» 2 г. Санкт-Петербург

Рис. 8. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви ЗАО «Компания Фарадей» г. Москва

Рис. 9. Зависимость температуры внутриобувного пространства в области носочной части верха от времени воздействия температуры -30°C, -40°C, -50°C для обуви ЗАО «Донобувь» г. Ростов-на-Дону

Таблица 2. Время охлаждения внутриобувного пространства в области носочной части верха обуви до температуры (+21°C) для пакетов материалов обуви специального назначения, изготовленных зарубежными и отечественными производителями (мин.)

№ пакета	Температура окружающей среды					
	-10°C	-15°C	-20°C	-30°C	-40°C	-50°C
Ш	75	47	37	28	23	20
ВТК	32	25	21	16	14	12
В-1	82	51	40	29	24	21
У	28	21	18	15	13	11
С	107	62	47	35	29	26
ВС-1	47	35	28	22	19	17
ВС-2	71	47	37	28	23	20
ВС-3	75	47	37	28	23	20
Ф	27	21	18	14	12	11
Д	47	35	29	22	19	17

В связи с тем, что программа позволяет сформировать необходимые многослойные пакеты, материалы для которых выбираются из базы данных программы были апробированы 10 различных пакетов, характеристика которых приведены в таблице 3.

Результаты расчетов выводили на экран в виде графика зависимости температуры внутриобувного пространства от времени нахождения носчика в климатической зоне. Значение температуры внутриобувного пространства, которое адекватно температуре стопе носчика, в любой момент времени можно было вывести в соответствующее окно.

Теплофизические характеристики пакетов материалов для низа и верха обуви приведены в таблице 3.

Таблица 3. Характеристика объектов исследования

№	Материалы, входящие в пакет	Толщина материалов (мм)	Коэффициент теплопроводности λ (Вт/(м·°C))	Коэффициент температуропроводности a (м ² /ч)
1	1. для союски обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	8	0,039	0,0003
	Бязь	0,3	0,038	0,0005
	Поролон	6	0,07	0,00065
	Полукожник хромового дубления	1,2	0,067	0,00021
	2. для носочной части обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	8	0,039	0,0003
	Гранитоль	1,2	0,051	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Поролон	6	0,07	0,00065
	Полукожник хромового дубления	1,2	0,067	0,00021
	3. для низа обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	10	0,041	0,0003
	Картон (вкладная стелька)	0,8	0,12	0,00017
	Картон стелечный	2	0,09	0,00014
	Стелька из войлока	5	0,04	0,00035
	Пористая резина	8	0,07	0,00065
2	1. для союски обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Бязь	0,3	0,038	0,0005
	Поролон	6	0,07	0,00065
	Выросток хромового дубления	1,2	0,06	0,0002
3	1. для союски обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042

№	Материалы, входящие в пакет	Толщина ма- териалов (мм)	Коэффициент теплопроводности λ (Вт/(м·°C))	Коэффициент температуропровод- ности a (м ² /ч)
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Бязь	0,3	0,038	0,0005
	Поролон	6	0,07	0,00065
	Юфть хромового дубления	2,3	0,07	0,00042
	2. для носочной части обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Гранитоль	1,2	0,051	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Поролон	6	0,07	0,00065
	Юфть хромового дубления	2,3	0,07	0,00042
	3. для низа обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	10	0,041	0,0003
	Картон	0,8	0,12	0,00017
	(вкладная стелька)			
4	Картон стелечный	2	0,09	0,00014
	Стелька из войлока	5	0,04	0,00035
	Термоэластопласт	15	0,06	0,0003564
	1. для союзки обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Бязь	0,3	0,038	0,0005
	Замша	0,8	0,049	0,00033
	2. для носочной части обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Гранитоль (два слоя)	2,4	0,051	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Замша	0,8	0,049	0,00033
	3. для низа обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	10	0,041	0,0003
	Картон	1,2	0,12	0,00017
	(вкладная стелька)			
	Картон стелечный	2	0,09	0,00014
	Пористая резина	8	0,07	0,00065
5	1. для союзки обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	10	0,039	0,0003
	Искусственный мех	8	0,042	0,0003
	Полукожник хромового дубления	1,5	0,067	0,00021
	2. для носочной части обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042

№	Материалы, входящие в пакет	Толщина ма- териалов (мм)	Коэффициент теплопроводно- сти λ (Вт/(м·°C)	Коэффициент температуропровод- ности a (м ² /ч)
	Меховая овчина	10	0,039	0,0003
	Искусственный мех	8	0,042	0,0003
	Термопласт	1,2	0,1	0,00038
	Полукожник хромового дубления	1,5	0,067	0,00021
	3.для низа обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	12	0,041	0,0003
	Картон (вкладная стелька)	1,2	0,12	0,00017
	Кожа стелечная	3	0,11	0,00015
	Стелька из войлока+ сетка х/б	6	0,038	0,00032
	Пористая резина	15	0,07	0,00055
6	1.для союзки обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	8	0,039	0,0003
	Бязь	0,3	0,038	0,0005
	Выросток хромового дубле- ния	1,2	0,06	0,0002
	2. для носочной части обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Термопласт	1,2	0,1	0,00038
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Выросток хромового дубле- ния	1,2	0,06	0,0002
	3.для низа обуви			
	Х/б носок	2	0,05	0,0005
	Искусственный мех	6,5	0,04	0,0003
	Картон (вкладная стелька)	0,8	0,12	0,00017
	Картон стелечный	2	0,09	0,00014
	Стелька из войлока	6	0,04	0,00035
	Термоэластопласт	15	0,06	0,0003564
7	1.для союзки обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Бязь	0,3	0,038	0,0005
	Юфть хромового дубления	2,3	0,07	0,00042
	2. для носочной части обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Гранитоль	1,2	0,051	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Юфть хромового	2,3	0,07	0,00042

№	Материалы, входящие в пакет	Толщина ма- териалов (мм)	Коэффициент теплопроводно- сти λ (Вт/(м·°C))	Коэффициент температуропровод- ности a (м ² /ч)
	дубления			
	3.для низа обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Картон (вкладная стелька)	1,2	0,12	0,00017
	Картон стелечный	2	0,09	0,00014
8	Стелька из войлока	5	0,04	0,00035
	Пористая резина	15	0,07	0,00055
	1.для союзки обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Мех оленя	7	0,037	0,00028
	Меховая овчина в два слоя	18	0,039	0,0003
	2. для носочной части обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина в два слоя	18	0,039	0,0003
	Гранитоль	1,2	0,051	0,00046
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Мех оленя	7	0,037	0,00028
	3.для низа обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Искусственный мех	6,5	0,04	0,0003
	Картон (вкладная стелька)	0,8	0,12	0,00017
	Картон стелечный	2	0,09	0,00014
	Стелька из войлока	6	0,04	0,00035
	Пористая резина	8	0,07	0,00065
9	1.для союзки обуви			
	Шерстяной носок	5	0,03	0,00042
	Искусственный мех	6,5	0,04	0,0003
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Нубук	0,8	0,049	0,00033
	2. для носочной части обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Искусственный мех	8	0,042	0,0003
	Меховая овчина	10	0,039	0,0003
	Термопласт	1,2	0,1	0,00038
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Нубук	0,8	0,049	0,00033
	3.для низа обуви			
	Шерстяной носок	2	0,05	0,0005
	Искусственный мех	6,5	0,04	0,0003
	Картон (вкладная стелька)	0,8	0,12	0,00017
	Картон стелечный	2	0,09	0,00014
	Полиуретан	7,5	0,06	0,00054

№	Материалы, входящие в пакет	Толщина материалов (мм)	Коэффициент теплопроводности λ (Вт/(м·°C))	Коэффициент температуропроводности a (м ² /ч)
10	1. для союзки обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина*	12	0,039	0,0003
	Нубук+текстиль дублированный	1,2	0,042	0,0003
	2. для носочной части обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	10	0,039	0,0003
	Термопласт	1,2	0,1	0,00038
	Термобязь	0,3	0,033	0,00047
	Нубук+текстиль дублированный	1,2	0,042	0,0003
	3. для низа обуви			
	Шерстяной носок	3	0,03	0,00042
	Меховая овчина	12	0,039	0,0003
	Картон (вкладная стелька)	1,2	0,12	0,00017
	Кожа стелечная	3	0,11	0,00015
	Стелька из войлока	5	0,04	0,00035
	Термоэластопласт	15	0,06	0,0003564

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 1

Время, ч

Модель 2

Время, ч

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением корковой стельки

Рис. 11. Изменение температуры внутриобувного пространства низа обуви для первой и второй модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 3

Модель 4

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением корковой стельки

Рис. 12. Изменение температуры внутриобувного пространства низа обуви для третьей и четвертой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 5

Модель 6

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением корковой стельки

Рис. 13. Изменение температуры внутриобувного пространства низа обуви для пятой и шестой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 7

Модель 8

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением корковой стельки

Рис. 14. Изменение температуры внутриобувного пространства низа обуви для седьмой и восьмой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 9

Модель 10

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением корковой стельки

Рис. 15. Изменение температуры внутриобувного пространства низа обуви для девятой и десятой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 1

Модель 2

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 16. Изменение температуры внутриобувного пространства носочной части обуви для первой и второй модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 3

Модель 4

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 17. Изменение температуры внутриобувного пространства носочной части обуви для третьей и четвертой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 5

Модель 6

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 18. Изменение температуры внутриобувного пространства носочной части обуви для пятой и шестой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 7

Модель 8

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 19. Изменение температуры внутриобувного пространства носочной части обуви для седьмой и восьмой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 9

Модель 10

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 20. Изменение температуры внутриобувного пространства носочной части обуви для девятой и десятой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 1

Модель 2

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 21. Изменение температуры внутриобувного пространства в тыльной части обуви для первой и второй модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 3

Модель 4

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 22. Изменение температуры внутриобувного пространства в тыльной части обуви для третьей и четвертой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 5

Модель 6

Черный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 23. Изменение температуры внутриобувного пространства в тыльной части обуви для пятой и шестой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 7

Модель 8

Чёрный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 24. Изменение температуры внутриобувного пространства в тыльной части обуви для седьмой и восьмой модели

Температура внутриобувного пространства, °C

Модель 9

Модель 10

Чёрный – для пакета, приведенного в таблице, для соответствующей модели
Красный – для пакета с добавлением утеплителя-тинсулейта (холлофайбера)

Рис. 25. Изменение температуры внутриобувного пространства в тыльной части обуви для девятой и десятой модели

Фиолетовый – с учетом зависимости коэффициента теплопроводности пакета материалов от температуры
 Зеленый – без учета зависимости коэффициента теплопроводности от температуры

Рис. 26. Изменение температуры внутриобувного пространства низа обуви для девятой и десятой модели

Для расчетов распределения температуры использовали математические пакеты *Maple*. Входные данные программы

- толщины слоев материалов, составляющих пакет;
- коэффициенты теплопроводности и температуропроводности этих материалов;
- плотность теплового потока, поступающего от стопы к внутренней поверхности пакета;
- температура окружающей среды;
- начальная температура обувного пакета;
- коэффициент теплоотдачи с внешней поверхности пакета в окружающую среду.

Построенные математические модели позволяют найти распределение температуры внутриобувного пакета материалов при воздействии на него низких температур. В качестве примера приведены результаты построения математической модели для худшего (1) и лучшего (8) пакета материалов.

При этом вновь подтвердился тот факт, что правильно подобранные пакеты с помощью разработанного авторами программного обеспечения могут существенно снизить отрицательное влияние на стопу носчика длительное воздействие низких температур. Так, например, дополнительное использование тинсулейта или холлофайбера в качестве подкладки, а корковой пробки в качестве стельки, обеспечили комфортное состояние стопе носчика в течение 6 часов, что практически гарантирует ему возможность находиться в зоне риска в течение всего рабочего цикла.

для союзки

Модель 1

Модель 8

для носочной части

для низа обуви

Снизу – для пакета, приведенного в таблице 3, для соответствующих моделей;
сверху – для пакета с добавлением для верха утеплителя
(тинсулейта или холлофайбера) и для низа обуви – корковую стельку

Рис. 27. Изменение температуры внутриобувного пространства для первого и восьмого пакетов материалов для верха и низа обуви

для союски

Носочная часть

Рис. 28. Влияние температуры, характерной климатическим зонам РФ, на температуру внутриобувного пространства – для 1 и 2 модели обуви

Мы вновь убедились в том, что правильно подобранные пакеты с помощью разработанного авторами программного обеспечения могут существенно снизить отрицательное влияние на стопу носчика длительное воздействие низких температур. Результаты оценки формирования комфортного состояния стопы носчика для этих десяти пакетов приведены в таблице 4. Так, например, дополнительное использование тинсулейта или холлофайбера в качестве подкладки, а корковой пробки в качестве стельки, обеспечили комфортное состояние стопы носчика в течение 6 часов, что практически гарантирует ему возможность находиться в зоне риска в течение всего рабочего дня.

В связи с этим при проектировании зимней обуви, чтобы продлить носчику время его комфортного пребывания в этих условия воздействия на стопу низких температур, необходимо подбирать соответствующие материалы, формирующие пакеты для верха и низа обуви, но особенно ответственно в носочной части. Обувь, изготовленная с использованием выбранных пакетов, характери-

стика которых и теплофизические характеристики материалов, сформировавшие эти пакеты и приведенные в таблице 4, были использованы для измерения температуры внутриобувного пространства различных частей обуви, с условием, что её можно было использовать во всех климатических зонах.

Таблица 4. Время (мин) охлаждения внутриобувного пространства в области носочной части до температуры 21°C для различных пакетов материалов

№ пакета	Температура окружающей среды						Рекомендуемая зона использования
	-10°C	-15°C	-20°C	-30°C	-40°C	-50°C	
1	30	23	19	16	14	12	-
2	60	43	35	26	23	20	III
3	105	57	43	32	26	23	III
4	36	27	22	17	14	13	-
5	>8ч	127	78	51	41	35	II
6	34	26	22	17	14	13	-
7	56	36	28	21	18	16	III
8	>8ч	>8ч	147	127	105	100	II
9	147	105	97	85	74	64	-
10	94	65	47	36	30	26	-

Результаты этих измерений, приведенные на рис. 1-2 показали, что выбранные пакеты материалов обеспечивают длительное комфортное пребывание стопы только при температуре окружающей среды (-10°C) и оказались неприемлемыми для длительной носки при температуре (-15°C) и ниже, т.е. необходимо продолжить исследования по разработке и созданию новых материалов с такими теплофизическими характеристиками, чтобы гарантировать носчику комфортное пребывание в течение всего времени воздействия на него низких температур, что подтвердилось при использовании тинсулейта или холлофайбера и корковой стельки.

Для подтверждения пригодности разработанного авторами программного продукта для оценки влияния выбранных пакетов по их теплофизическим характеристикам на формирование комфортного внутриобувного пространства стопе носчика (-21°C в течение всего заданного ему рабочего цикла времени) были апробированы случайно выбранные две модели зимнего ботинка, теплофизические характеристики которых приведены в таблице 4. Критерием оценки были использованы значения температуры для IV климатических зон, а именно: -10°C, -18°C, -25°C, -41°C.

Результаты испытания систем материалов представлены в таблице 1.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что тепловое сопротивление исследованных систем материалов колеблется в значительных пределах и существенно зависит от свойств и сочетания комплектующих в пакетах.

Наиболее низкие теплозащитные свойства отмечаются у систем Юфть + бязь + иглопробивной нетканый материал СЗ и Юфть + трикотажное полотно с

поролоном. Наиболее высокими теплозащитными свойствами характеризуются многослойные пакеты Юфть + спилоч подк.черн. + нат. мех овчина + войлок и Юфть + нат. мех овчина + войлок.

Исследования показали, что путем комбинирования комплектующих с различным уровнем теплофизических свойств можно обеспечить необходимый уровень теплозащитных свойств пакетов материалов для верха обуви. При этом значительное влияние на теплозащитные свойства систем материалов оказывает толщина исследуемых пакетов.

Использование натурального меха обеспечивает более высокие теплозащитные свойства пакетов по сравнению с искусственными и синтетическими утеплителями. Так, замена трикотажного полотна, дублированного поролоном, на натуральный мех повышает тепловое сопротивление систем материалов в 1,15 раза. В системе Юфть + «пирог» Р200 + термотрикотаж «Джерси» использование натурального меха взамен утеплителя «пирог» Р200 позволяет увеличить теплозащитные свойства пакета материалов в 1,18 раза. Замена натурального меха в пакетах верха обуви на искусственный шерстяной мех, наоборот, приводит к некоторому снижению теплозащитных свойств систем материалов (в среднем в 1,1 раза).

Введение дополнительных слоёв в системы материалов, как правило, способствует увеличению их толщины и теплового сопротивления. При этом степень повышения уровня теплозащитных свойств систем будет определяться прежде всего теплофизическими характеристиками дополнительно вводимых комплектующих. Так, введение бязи в систему Юфть + искусственный шерстяной мех ПШ 92-1 незначительно увеличивает тепловое сопротивление (лишь в 1,02 раза), в то время как дополнительное использование слоя термотрикотажа «Джерси» в системе Юфть + мех натур. овчина обеспечивает рост теплозащитных свойств уже в 1,13 раза. В то же время дополнительное введение слоя из иглопробивного нетканого материала СЗ и бязи в систему Юфть + нат. мех овчина + войлок не оказывает значительного влияния на уровень теплозащитных свойств (тепловое сопротивление увеличивается только в 1,01 раза), но при этом приводит к существенному утолщению пакета верха, что является крайне нежелательным с точки зрения потребительских свойств обуви.

Применение в качестве дополнительного утеплителя войлока является более предпочтительным, чем использование термотрикотажа «Джерси», так как позволяет повысить тепловое сопротивление системы в 1,18 раза. Замена иглопробивного нетканого материала СЗ на искусственный шерстяной мех также способствует значительному улучшению теплозащитных свойств систем материалов (в 1,6 раза).

Таким образом, результаты исследований показали, что с помощью рационального подбора комплектующих можно обеспечить оптимальный уровень теплозащитных свойств пакетов верха обуви с учетом температурных условий её эксплуатации. Использование натурального меха позволяет обеспечить более высокий уровень.

**Таблица 5. Теплозащитные свойства систем
материалов для верха производственной обуви**

Наименование системы материалов	Толщина системы S, мм	Масса образцов, г	Объемная масса образцов ρ , кг/м ³	Время охлаждения пластины Tk, с	Темп охлаждения пластины t , 10 ⁻³ • с ⁻¹	Коэффициент теплопроводности X, 10 ⁻³ • Вт/м • град	Тепловое сопротивление, R, сум' 10 ⁻³ • м ² • град/Вт
1. Ткань оксфорд 1680 + нетканый многослойный мат-л «Пирог» В400	4,0	4,340	322,69	340	0,387	25,636	157,978
2. Юфть + нетканый многослойный мат-л «Пирог» Р200 + термотрикотаж Джерси	5,3	9,523	541,49	377	0,367	32,723	161,987
3. Юфть + мех натур. овчина	4,9	8,998	557,06	394	0,357	28,695	169,631
4. Юфть + термотрикотаж Джерси + мех натур. овчина	6,1	11,685	575,54	422	0,327	32,110	190,973
5. Юфть + бязь + иглопробивной неткан. мат-л СЗ	3,2	7,671	722,32	248	0,533	32,185	099,426
6. Юфть + трикотажное полотно с поролоном	3,0	6,215	631,18	263	0,506	27,543	107,775
7. Юфть + мех натур. овчина + войлок	8,9	14,035	476,89	457	0,290	39,421	224,927
8. Юфть+ иглопробивной неткан. мат-л СЗ + мех натур. овчина + войлок + бязь	11,1	16,115	438,56	485	0,284	48,818	227,377
9. Юфть + спилкок подк. черн.+ мех натур. овчина + войлок	10,0	16,105	486,69	440	0,300	47,955	207,835
10. Юфть + мех иск. шерстяной ПШ 92-1	4,4	6,728	460,83	350	0,383	28,155	156,286
11. Юфть + бязь + мех иск. шерстяной ПШ 92-1 V	5,2	8,250	478,12	365	0,377	32,662	159,255

Таблица 6. Группировка пакетов верха по величине теплового сопротивления

№ па- кета	Тепловое сопротивление, м2 • град/Вт					
	0,099	0,108	0,156 – 0,161	0,170	0,191 – 0,208	0,224 – 0,227
	5	6	10, 1, 11, 2	3	4, 9	7,8

Графики температур в каждой группе примерно одинаковы

– 10°C

– 20°C

– 30°C

Рис. 29. Графики изменения температуры на поверхности тела человека для пакетов материалов при нахождении в окружающей среде с температурой -10°C , -20°C , -30°C

Таблица 7. Характеристика пакетов материалов для одежды и обуви при температуре окружающей среды (-5°C) и (-15°C)

Мо де ль	Материалы пакета	Толщина (мм)	Коэффициент теплопро водности λ (Вт/(м·°C))	Коэффициент температуроп водности a (м ² /ч)
Модель 1	Комплект одежды: ХБ белье	0,5	0,042	0,00058
	Шерсть	2,5	0,04	0,0003
	Саржа	0,37	0,037	0,0003
	Синтепон	6	0,06	0,00065
	Плащевая ткань	0,53	0,045	0,00042
	Пакет верха для носочной части обуви:			
	1. Полукожник	1.3	0.067	0.00021
	2. Бязь	0.3	0.038	0.0003
	3. Кожа подкладочная	1.0	0.071	0.00015
	4. Внутренняя обувь (носки) х/б	0.8	0.05	0.0005
Модель 2	Комплект одежды: ХБ белье	0,5	0,042	0,00058
	Шерсть	2,5	0,04	0,0003
	Саржа	0,37	0,037	0,0003
	Синтепон	6	0,06	0,00065
	Плащевая ткань	0,53	0,045	0,00042
	Пакет верха для носочной части обуви:			
	1.Полукожник	1.5	0.067	0.00021
	2. Бязь	0.3	0.038	0.00047
	3. Искусст. мех	10	0.042	0.0003

	4.Внутр. обувь (носки) шерсть	3.5	0.03	0.00042
Модель 3	Комплект одежды: ХБ белье	0,5	0,042	0,00058
	Шерсть	2,5	0,04	0,0003
	Подкладка	0,13	0,038	0,0003
	Шерстон	5	0,05	0,0005
	Плащевая ткань	0,53	0,045	0,00042
	Пакет верха для носочной части обуви:			
	1. Полукожник	1.3	0.067	0.00021
	2. Бязь	0.3	0.038	0.0003
	3. Кожа подкладочная	1.0	0.071	0.00015
	4. Внутренняя обувь (носки) х/б	0.8	0.05	0.0005
	Комплект одежды: ХБ белье	0,5	0,042	0,00058
Модель 4	Шерсть	2,5	0,04	0,0003
	Подкладка	0,13	0,038	0,0003
	Шерстон	5	0,05	0,0005
	Плащевая ткань	0,53	0,045	0,00042
	Пакет верха для носочной части обуви:			
	1.Полукожник	1.5	0.067	0.00021
	2. Бязь	0.3	0.038	0.00047
	3. Искус. мех	10	0.042	0.0003
	4.Внутр. обувь (носки) шерсть	3.5	0.03	0.00042
Модель 5	Комплект одежды ХБ белье	0,5	0,042	0,00058
	Шерсть	2,5	0,04	0,0003
	Саржа	0,37	0,037	0,0003
	Холлофайбер	6	0,04	0,00043
	Болонья	0,12	0,045	0,0004
	Пакет верха для носочной части обуви:			
	1. Полукожник	1.3	0.067	0.00021
	2. Бязь	0.3	0.038	0.0003
	3. Кожа подкладочная	1.0	0.071	0.00015
	4. Внутр. Обувь (носки) х/б	0.8	0.05	0.0005
Модель 6	Комплект одежды: ХБ белье	0,5	0,042	0,00058
	Шерсть	2,5	0,04	0,0003
	Саржа	0,37	0,037	0,0003
	Холлофайбер	6	0,04	0,00043
	Болонья	0,12	0,045	0,0004
	Пакет верха для носочной части обуви:			
	1.Полукожник	1.5	0.067	0.00021
	2. Бязь	0.3	0.038	0.00047
	3. Искус. мех	10	0.042	0.0003
	4.Внутр. обувь (носки) шерсть	3.5	0.03	0.00042

Таким образом, разработанное авторами программное обеспечение позволяет формировать комфортные условия человеку при воздействии на него низких температур в течение всего времени эксплуатации за счет обоснованного выбора пакетов материалов для одежды и обуви. Причем, если выбор не обоснован, то это четко демонстрируется на графиках, например, модель 1 имеет характеристику пакета материалов для осенней обуви и, естественно, при низких температурах не обеспечивает комфортные условия человеку, что и подтверждено на рисунке 3.

Модель 1

Модель 2

Рис. 30. Характеристика изменения температуры на поверхности тела человека для моделей 1 и 2 при нахождении в окружающей среде с температурой -5°C (кривые 1 и 3) и -15°C (кривые 2 и 4)

Следовательно, разработанное программное обеспечение реализует формирование комфортных условий человеку, находящемуся в климатических зонах с пониженной температурой.

Структура пакетов материалов для одежды и обуви приведена в табл. 7.

Модель 3

Модель 4

Рис. 31. Характеристика изменения температуры на поверхности тела человека для моделей 3 и 4 при нахождении в окружающей среде с температурой -5°C (кривые 1 и 3) и -15°C (кривые 2 и 4)

Структура пакетов материалов для одежды и обуви приведена в табл. 7

Модель 5

Модель 6

Рис. 32. Характеристика изменения температуры на поверхности тела человека для моделей 5 и 6 при нахождении в окружающей среде с температурой -5°C (кривые 1 и 3) и -15°C (кривые 2 и 4)

Структура пакетов материалов для одежды и обуви приведена в табл. 7

Если про костюм и обувь выполнено достаточно много исследований и предложены варианты, которые с учетом требований к ним, гарантируют военнослужащим комфортные условия. Во всяком случае их апробация подтверждает такие оптимистические прогнозы. Что же касается головных уборов, перчаток, масок и теплорекUPERаторов для защиты лица, то здесь таких оптимистических прогнозов пока нет.

В этой связи в нашей работе рассматривается процесс охлаждения поверхностных тканей головы человека при воздействии на нее низких температур. Для описания строится математическая модель в виде краевой задачи [1-4]:

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} = a_i \left(\frac{\partial^2 T_i}{\partial r_i^2} + \frac{2}{r_i} \frac{\partial T_i}{\partial r_i} \right) + \frac{q_{iv}}{c_i \rho_i},$$

$$T_1(0, t) \neq \infty; \quad \lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial r_n}(R_n, t) + \alpha(T_n(R_n, t) - T_c) = 0;$$

$$T_{i-1}(R_{i-1}, t) = T_i(R_{i-1}, t); \quad \lambda_{i-1} \frac{\partial T_{i-1}}{\partial r_{i-1}}(R_{i-1}, t) = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial r_i}(R_{i-1}, t).$$

Начальные условия $T_i(r_i, 0) = f_i(r_i)$, где t – время; T_i – температура i -го слоя; $i = 1, \dots, n$; T_c – температура окружающей среды; c_i – коэффициент теплоемкости i -го слоя; a_i – коэффициент температуропроводности i -го слоя; ρ_i – плотность i -го слоя; λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя; q_{iv} – объемная плотность теплового потока i -го слоя; α – коэффициент теплоотдачи с поверхности кожи или защитного слоя (волосы, шапка); $f_i(r_i)$ – начальная температура i -го слоя.

Решение задачи приведено ниже.

$$T_i(r_i, t) = \sum_{k=1}^{\infty} D_k(t) X_{k,i}(r_i),$$

где $X_{k,i}(r_i) = \frac{1}{r_i} \left(A_i \sin \left(\frac{\mu_k r_i}{a_i} \right) + B_i \cos \left(\frac{\mu_k r_i}{a_i} \right) \right)$ – собственные функции соответствующей краевой задачи:

$$\frac{\partial^2 X_i}{\partial r_i^2} + \frac{2}{r_i} \frac{\partial X_i}{\partial r_i} + \frac{\mu^2}{a_i^2} X_i = 0,$$

$$X_1(0, t) \neq \infty; \quad \lambda_n \frac{\partial X_n}{\partial r_n}(R_n) + \alpha X_n(R_n) = 0;$$

$$X_{i-1}(R_{i-1}) = X_i(R_{i-1}); \quad \lambda_{i-1} \frac{\partial X_{i-1}}{\partial r_{i-1}}(R_{i-1}) = \lambda_i \frac{\partial X_i}{\partial r_i}(R_{i-1}).$$

Расчеты выполнены с использованием программы, написанной в среде MAPLE, при температуре окружающей среды -10°C (Рис.33).

Из рисунка 33 видно, что шапка не обеспечивает защиту от низких температур уже при 30 минутах нахождения военнослужащего в зонах с пониженной температурой

Результаты говорят сами за себя, что даже при -10°C военнослужащий уже через 30 минут ощущает дискомфорт и даже шапка из однослойного трикотажного полотна не создает ему комфорт, хотя бы на необходимые 2 часа, если это соответствует времени его профессиональной деятельности.

Но с другой стороны полученные результаты с использованием данных программного обеспечения, разработанного авторами, создает основу обоснованного выбора пакета материалов для головного убора, чтобы гарантировать военнослужащим в различных климатических условиях комфортное состояние.

Предполагается провести апробацию реального ощущения военнослужащего в климатической камере с использованием различных пакетов, чтобы предложить предприятию-изготовителю комплектовать костюм для военнослужащих именно в таких сочетаниях, чтобы эти ощущения комфортности были бы гарантом его защиты от воздействия низких температур в тех заданных диапазонах, которые будут сформулированы спецификой его службы.

- 1 – температура кожи головы на открытых участках;
 2 – температура кожи головы в области волос (1 см);
 3 – температура кожи головы защищенной трикотажной шапкой

Рис. 33. Характеристика изменения температуры кожи головы при следующих условиях

Анализ полученных результатов по выбору пакетов материалов для обеспечения комфортных условий военнослужащим в Арктике подтвердил оправданность использования разработанного авторами программного обеспечения. Экспериментальные стенды и установки по определению теплофизических характеристик основных материалов и пакетов для одежды и обуви, формируя костюм, характеристики которых рассмотрены в сообщении 2, и климатическая камера, в которой эти отобранные пакеты материалов для костюма уже в качестве объекта для исследования носчиком были опрабированы с целью подтверждения их пригодности по формированию комфортных условий или отрицания их использования для производства костюма военнослужащим Арктики, дают основания для принятия решения о проведении опытной носки в реальных условиях с анализом экспертами результатов самочувствия носчиков, чтобы с учетом их комментариев о пригодности того, во что их одели и обуви. Подтвердить правомочность выводов экспериментаторов о соответствии предложенных пакетов материалов для производства камуфляжных костюмов или о необходимости новых исследований с целью корректировки как самих пакетов, так и характеристик и оценок потребителей.

В связи с этим при проектировании зимней обуви, чтобы продлить носчику время его комфортного пребывания в этих условиях воздействия на стопу

низких температур, необходимо подбирать соответствующие материалы, формирующие пакеты для верха и низа обуви, в том числе и в носочной части. Обувь, изготовленная с использованием выбранных пакетов, характеристика которых и теплофизические характеристики материалов, сформировавшие эти пакеты, были использованы для измерения температуры внутриобувного пространства различных частей обуви. Результаты этих измерений показали, что выбранные пакеты материалов обеспечивают длительное комфортное пребывание стопы только при температуре окружающей среды -5°C и оказались неприемлемыми для длительной носки при температуре -25°C и ниже, т.е. необходимо продолжить исследования по разработке и созданию новых материалов с такими теплофизическими характеристиками, чтобы гарантировать носителю комфортное пребывание в течение всего времени воздействия на него низких температур, что подтвердилось при использовании тинсулейта или холлофайбера и корковой стельки.

Результаты исследований подтвердили, что комфортность стопы человека при воздействии на неё низких температур, определяется в основном свойствами применяемых материалов для наружных деталей обуви. В нашем случае влияние вкладных стелек на формирование комфортного состояния стопы в меньшей степени зависит от характера воздействия на нее стопы носчика, чем от свойств материалов, используемых для этих вкладных стелек. Следовательно, разработанное программное обеспечение для расчета зависимости температуры внутри обувного пространства от времени нахождения носчика в климатических зонах с пониженной температурой учитывает и эти особенности изменения самих материалов, формирующих пакеты материалов для верха и низа обуви.

Таким образом, разработанное нами программное обеспечение позволяет формировать комфортные условия стопе при воздействии на нее низких температур в течение всего времени эксплуатации за счет обоснованного выбора пакетов материалов для верха и низа обуви.

Погрешность теоретических расчетов в сравнении с экспериментальными данными не превышает 5%. Таким образом, разработанное программное обеспечение позволяет обоснованно выбирать пакеты материалов для различных конструктивных элементов обуви, чтобы обеспечивать комфортные условия стопе при воздействии на нее низких температур в течение всего времени эксплуатации.

В любом случае последнее слово за опытной ноской, но наличие программного обеспечения и возможность оценки теплофизических свойств материалов обеспечивают существенное сокращение затрат при решении о запуске производства набора для военнослужащих, чтобы гарантировать им комфортные условия в течении всего времени исполнения должностных обязанностей. При этом надо помнить, что замена материалов для костюма не допустима если для этого не выполнено главное условие – что их замена будет обеспечивать существенное улучшение самочувствия потребителей. Экономить на здоровье военнослужащих – это в любом случае является преступлением, и такой горький опыт мы уже имеем результатами модельера Юдашкина В.

Список используемых источников:

1. Осина Т.М., Михайлов А.Б., Михайлова И.Д. и др. Особенности математического моделирования нестационарного процесса теплообмена в системе «стопа-обувь-окружающая среда» // Дизайн и технологии. 2009. №11(53). С. 91–98.
2. Прохоров В.Т., Михайлова И.Д., Осина Т.М. и др. Оценка эффективности создания комфортных условий человеку в климатических зонах с пониженной температурой // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2010. №2.
3. Михайлов А.Б. Программное обеспечение для расчета задачи теплообмена системы «Стопа – обувь – окружающая среда»: свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2006611288/ Зарегистрировано 17.04.2006. Регистрация в реестре программ для ЭВМ. Заявка № 2006610548 (26.02.06).
4. Михайлов А.Б. Программное обеспечение для решения задачи нестационарных процессов теплообмена для системы «Стопа – обувь – окружающая среда» при условии зависимости коэффициентов теплопроводности от температуры: свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2008610087. Зарегистрировано 09.01.2008. Регистрация в реестре программ для ЭВМ. Заявка № 2007614069 (17.10.07).
5. Осина Т.М. Программное обеспечение решение задачи оценки комфортного пребывания человека в обуви в зависимости от изменения теплового потока стоп во времени: свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ №2009613371. Зарегистрировано 26.06.2009. Регистрация в реестре программ для ЭВМ. Заявка № 2009611957 (29.04.09).
6. Михайлова И.Д. Программный продукт для расчета температурного поля нестационарного процесса теплообмена в системе «Стопа – обувь – окружающая среда» при воздействии на стопу низких температур: свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ №2011611394. Зарегистрировано 11.02.2011. Регистрация в реестре программ для ЭВМ. Заявка № 2010618020 (20.12.10).
7. Осина Т.М. Программное обеспечение по описанию локального нестационарного теплообмена в системе «Стопа-обувь-окружающая среда» для различных климатических зон: свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ №2011619212. Зарегистрировано 30.11.2011. Регистрация в реестре программ для ЭВМ. Заявка № 2011617565 (12.10.11).
8. Афанасьева Р.Ф., Тихонова Н.В., Михайлов А.Б., Осина Т.М., Михайлова И.Д., Прохоров В.Т. Полимерные материалы в производстве костюма для военнослужащих Арктики (сообщение 1) // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 15. С. 155-158.
9. Афанасьева Р.Ф., Тихонова Н.В., Михайлов А.Б., Осина Т.М., Михайлова И.Д., Прохоров В.Т., Полухина С.Ю. Полимерные материалы в производстве костюма для военнослужащих Арктики (сообщение 2) // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 15. С. 167-171.

© 2015, Селина Н.Г., Кораблина С.Ю., Осина Т.М.,
Афанасьева Р.Ф., Прохоров В.Т.
Оценка обоснованности выбора пакетов
материалов по формированию комфортных
условий военнослужащим Арктики (сообщение 3)

© 2015, Selina N.G., Korablina S.Yu., Osina T.M.,
Afanasyeva R.F., Prokhorov V.T.
Assessment of the validity of the choice of materials
for the formation of a package of comfortable
conditions servicemen Arctic (3 message)