

УДК 687

DOI 10.47367/0021-3497_2022_2_191

**МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПАКЕТОВ ПУХОВОЙ ОДЕЖДЫ ЗАДАННОЙ
ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФОРМЫ**

**COMPREHENSIVE METHODOLOGY OF AUTOMATED
DESIGN OF DOWN CLOTHING PACKETS OF A GIVEN
VOLUME AND SHAPE**

М.А. ЧИЖИК, Е.Ю. ДОЛГОВА

M.A. CHIZHIK, E.YU. DOLGOVA

(Омский государственный технический университет)

(Omsk State Technical University)

E-mail: margarita-chizhik@rambler.ru, dolgova13@rambler.ru

В статье рассматривается методика автоматизированного проектирования пакетов одежды с несвязным наполнителем. Разработан метод моделирования отсеков пакетов заданного объема и рельефности поверхности, создано пользовательское приложение для визуализации математических (геометрических) моделей. Предложен графоаналитический метод выбора параметров пакета швейного изделия, позволяющий в зависимости от заданного суммарного термического сопротивления рассчитать массу наполнителя в отсеке и определить толщину утепляющего слоя. Приведены расчетные значения поверхностной плотности перо-пухового наполнителя для разных температур воздуха.

The article discusses the method of automated design of clothing packages with incoherent filler. A method for modeling package compartments of a given volume and surface relief has been developed, a user application has been created for visualizing mathematical (geometric) models. A graphic-analytical method for selecting the parameters of a garment package is proposed, which allows, depending on the given total thermal resistance, to calculate the mass of the filler in the compartment and determine the thickness of the insulating layer. The calculated values of the surface density of the feather-down filler for different air temperatures are given.

Ключевые слова: автоматизация проектирования, пуховая одежда, несвязный наполнитель, объемно-пространственная форма, пакет швейного изделия, суммарное термическое сопротивление.

Keywords: design automation, down clothes, non-cohesive filler, volumetric shape, garment packet, total thermal resistance.

Современные технологии швейного производства позволяют создавать пакеты швейных изделий с совокупностью признаков, максимально отвечающих требованиям и запросам потребителей. Благодаря своим высоким эксплуатационным характери-

стискам и возможности широкого варьирования параметров их формирования особое внимание в производстве одежды различного назначения заслуживают пакеты с несвязными наполнителями, в частности? перо-пуховым.



Рис. 1

Многослойность и многокомпонентность обеспечивают пакету достаточно стабильную формоустойчивость и широкий

диапазон толщин. Это дает возможность создавать изделия всех базовых силуэтов, а также множество их модификаций в зависи-

мости от назначения и модных тенденций. Доминирующая сегодня в дизайне концепция диффузии элементов различных стиливых и ассортиментных групп, а также актуальная тенденция создания комфортной, эргономичной одежды, дают возможность проектировщикам разрабатывать совершенно новые варианты решений изделий на основе полотен с использованием объемных утеплителей (рис.1). Это не только удобная одежда для спорта и отдыха, но и комфортная городская, в том числе нарядная. Модные бренды, представляющие как люксовый сегмент, так и масс-маркет, предлагают широкий ассортимент таких изделий: пальто, куртки, жилеты, накидки, рубашки, платья, юбки, брюки, комбинезоны и т. п.

Различные конструктивные решения пакетов и технологии их соединения позволяют добиваться разнообразных фактурных поверхностей: от гладких до оригинальных рельефных (буфов, объемных рисунков, эффекта "дутости" и др.), что дает возможность экспериментировать, получать новое современное качество формальных и декоративных решений изделий [1], [2].

При проектировании пакета заданной объемно-пространственной формы в соответствии с композиционным решением модели требуется выполнить сложную научную и практическую задачу. С одной стороны, необходимо обеспечить требуемый объем и стабильность заданной формы посредством заполнения утеплителем, с другой – показатели теплозащитных характеристик пакета должны соответствовать нормативным значениям, установленным с учетом климатических условий эксплуатации одежды. Практика показывает, что зачастую при поиске ее решения специалисты опираются на имеющийся интуитивный опыт. Это неизбежно ведет к необходимости проверки полученных результатов в макетах и требует дополнительных материальных и временных затрат.

Цель работы – создание методики автоматизированного проектирования пакетов одежды заданной объемно-пространственной формы с учетом теплозащитных свойств, позволяющей существенно сокра-

тить время разработки новых моделей высокого качества.

Для проектирования пакетов с несвязным наполнителем (перо-пуховым) заданного объема и рельефности поверхности разработан метод моделирования сечений отсеков.

Традиционно пуховой пакет состоит из разделительных отсеков, которые формируются посредством соединения двух и более слоев ткани строчками или переборками (перегородками). При помещении пухового наполнителя в отсеки значительно сокращаются размеры деталей в результате изменения объемной формы пакета. Это необходимо учитывать при конструировании швейного изделия в виде специального технологического припуска (Π_T), являющегося одной из составляющих размеров деталей по чертежу, но не размеров готового изделия.

Для расчета величин припусков разработаны математические (геометрические) модели сечений отсеков, контурные линии которых представлены кривыми второго порядка [3...8].

Конструктивное решение симметричного трехслойного пакета с переборками, форма которого в продольном сечении представлена высотой отсека h_1 , шириной переборки h_2 и толщиной слоя несвязного наполнителя h_3 , показано на рис. 2.

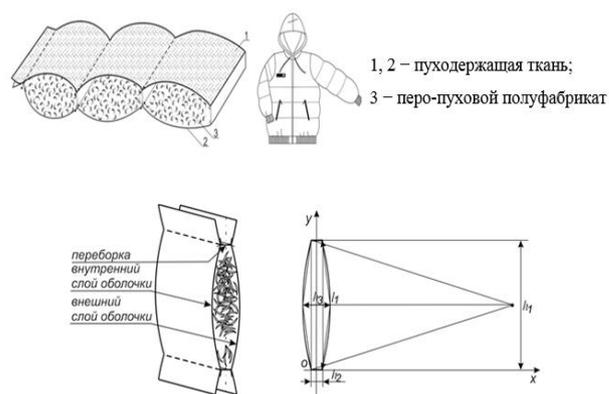


Рис. 2

Определение припуска на изменение размеров деталей сводится к вычислению разницы между высотой h_1 отсека и длиной его внешнего и внутреннего слоя ℓ_1 .

Формула для расчета длины контуров сечения разделительного симметричного

$$\ell_1 \approx 2\sqrt{\left(\frac{h_3 - h_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{h_1}{2}\right)^2} + \frac{1}{3}\left(2\sqrt{\left(\frac{h_3 - h_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{h_1}{2}\right)^2} - h_1\right).$$

Длина дуги ℓ_1 позволяет вычислить припуск на изменение размеров деталей после наполнения пакета несвязным наполнителем.

На рис. 3 представлена схема сечения асимметричной конструкции трехслойного пакета с переборками, где припуски вычисляются для каждого из слоев материала.

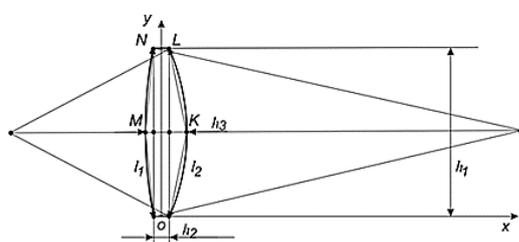


Рис. 3

Исходными данными при моделировании сечения отсека данной конструкции являются: высота отсека h_1 , ширина переборки h_2 , толщина слоя наполнителя h_3 и соотношение $\ell_1/\ell_2 = k$, где ℓ_1 и ℓ_2 – длина внутреннего и внешнего слоя отсека пакета соответственно.

Длина хорды MN определяется по формуле:

$$MN = \sqrt{\left(\frac{h_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{k}{k+1}(h_3 - h_2)\right)^2}.$$

Аналогично рассчитывается длина хорды KL.

Длина дуги ℓ_1 вычисляется по формуле:

$$\ell_1 \approx 2MN + \frac{1}{3}(2MN - h_1).$$

отсека ℓ_1 представлена в следующем виде:

Аналогичным образом определяются длина дуги ℓ_2 .

На рис. 4 показана схема сечения отсека четырехслойного пакета с несвязным наполнителем.

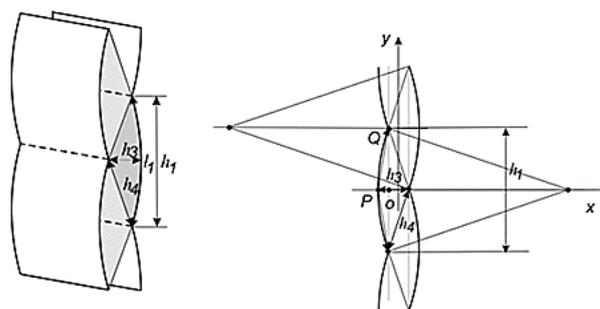


Рис. 4

Для данного случая длина хорды PQ рассчитывается по формуле:

$$PQ = \sqrt{\left(\frac{h_1}{2}\right)^2 + \left(h_3 - \sqrt{h_4^2 - \left(\frac{h_1}{2}\right)^2}\right)^2},$$

где h_4 – длина промежуточного слоя.

Длина дуги ℓ_1 определяется формулой:

$$\ell_1 \approx 2PQ + \frac{1}{3}(2PQ - h_1).$$

Входными данными алгоритма для пакетов симметричных конструкций являются величины параметров пакета (табл. 1).

Таблица 1

Наименование параметра	Условное обозначение	Интервал, мм
Высота отсека	h_1	110...170
Ширина переборки	h_2	5...30
Толщина слоя наполнителя	h_3	7...25
Длина промежуточного слоя (в четырехслойном пакете)	h_4	60...100

На рис. 5 представлена последовательность выполнения методики в виде алгоритмов вычисления припусков для асимметричных пакетов, где отношение l_1/l_2 является одним из основных входных параметров алгоритма.

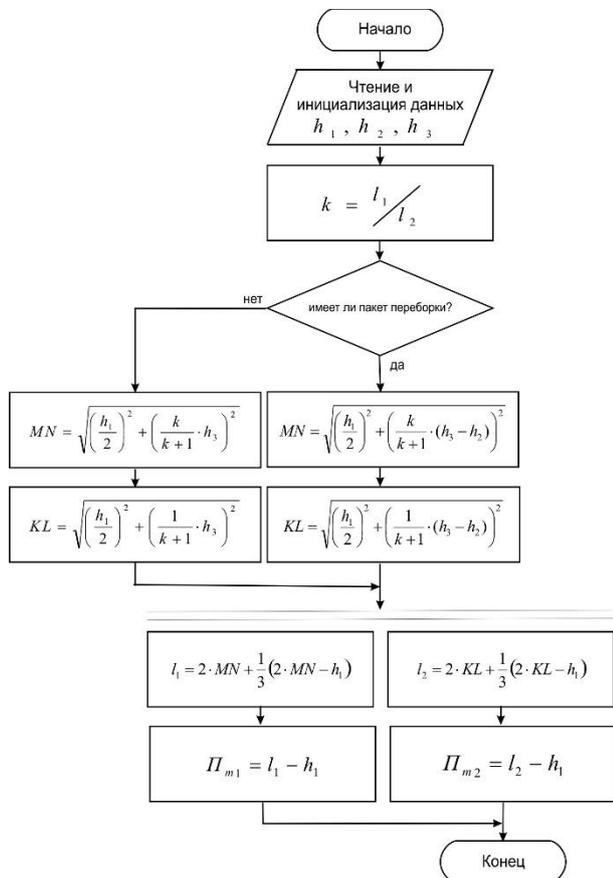


Рис. 5

Определение длин дуг l_1, l_2 позволяет установить припуски на увеличение длины внутреннего Π_{T1} и внешнего Π_{T2} слоев материала. Предложенные алгоритмы позволяют производить расчет припусков на изменение размеров деталей пухового пакета в процессе его изготовления с учетом конструкции.

Для реализации метода создано пользовательское приложение "Моделирование конструктивно-технологических решений пакетов швейных изделий", которое позволяет выполнять визуализацию математических (геометрических) моделей сечений слоев пакета и проектировать специальные технологические припуски в автоматизированном режиме. Приложение предоставляет пользователю возможность оценить

входные данные и внести необходимые изменения при неудовлетворенности результатами. Выходные данные в виде информации о величинах значений припусков, результатов математического (геометрического) моделирования могут сохраняться для возможного дальнейшего использования.

Проверка статистических гипотез об адекватности моделей сечений пакетов показала, что с доверительной вероятностью 90% построенные сечения адекватны.

Отсеки пакета в изделии с несвязным наполнителем могут иметь различные размеры и форму. Высота отсека и длина промежуточного слоя зависят от художественного замысла, а толщина слоя несвязного наполнителя, главным образом, определяется его количеством, необходимым для обеспечения требуемых теплозащитных свойств.

Для определения количества несвязного наполнителя предлагается автоматизированный способ выбора параметров пакета швейного изделия, суть которого заключается в построении графоаналитической модели, устанавливающей зависимость суммарного термического сопротивления ($R_{\text{сум}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) от поверхностной плотности наполнителя (M_s , $\text{г}/\text{м}^2$) и температуры воздуха окружающей среды (T_b , $^{\circ}\text{C}$) [9...12].

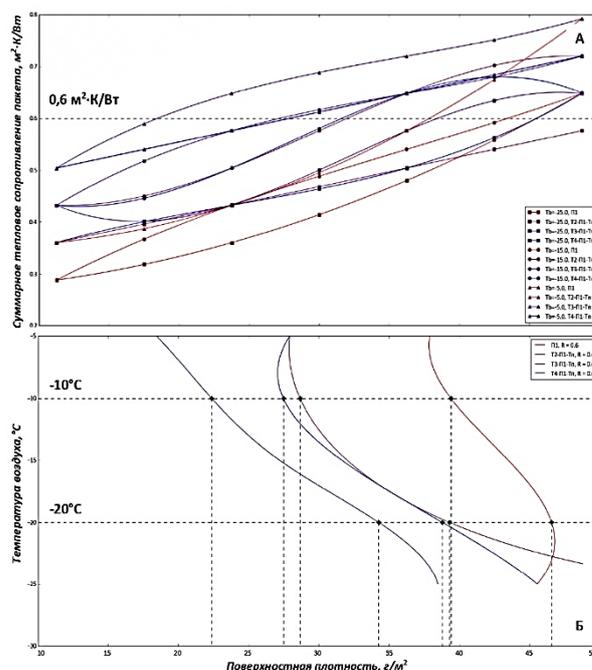


Рис. 6

В качестве примера рассмотрим многомерную геометрическую модель (рис. 6), построенную по результатам экспериментальных исследований перо-пуховых пакетов трех- и пятислойных конструкций.

Для их изготовления выбраны современные материалы, применяемые при производстве пуховых изделий: курточные полиэфирные ткани различной поверхностной плотности (57...100 г/м²) и толщины (0,08...0,14 мм); подкладочная ткань из полиэфирных нитей; гусиный перо-пуховой наполнитель с соотношением пера/пуха (15/85%). Формирование пакетов осуществлялось путем комбинации тканей и изменения количества наполнителя (от 7,0 до 50,0 г/м²). Толщина перо-пухового слоя отсека устанавливалась экспериментально в зависимости от количества наполнителя.

Определение суммарного термического сопротивления пакетов с несвязным напол-

нителем осуществлялось в стандартных условиях ($T = 20 \pm 2$ °С) и при низких температурах (-5 °С, -15 °С, -25 °С, скорость ветра 5...10 м/с) [12].

Исходными данными для построения модели являлись: поверхностная плотность наполнителя (M_s , г/м²), суммарное термическое сопротивление пакета ($R_{\text{сум}}$, м²·К/Вт) при заданной температуре окружающей среды (T_b , °С).

На рис. 6 верхняя часть геометрической модели отражает изменения суммарного термического сопротивления в зависимости от варьируемых параметров (рис. 6 (А)), нижняя часть – определение количества наполнителя для заданных значений $R_{\text{сум}}$ и температуры (рис. 6 (Б)).

В табл. 2 приведены расчетные значения поверхностной плотности и толщины слоя перо-пухового наполнителя для различных значений температуры воздуха.

Т а б л и ц а 2

Суммарное термическое сопротивление пакета, м ² ·К/Вт	Температура воздуха, °С	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина слоя наполнителя, мм	Конструкция пакета
0,4	-5	14,7	7,0	трехслойная
	-10	16,4	7,0	
0,5	-10	30,6	10,0	трехслойная
		9,7...13,1	5,0	пятислойная
0,5	-15	33,9	10,0	трехслойная
		12,5...20,0	7,0	пятислойная
0,6	-15	40,0	15,0	трехслойная
		20,8...30,0	10,0	пятислойная
	-20	45,8	20,0	трехслойная
		34,0...38,1	15,0	пятислойная
	-25	49,44	20,0	трехслойная
		38,9...43,9	15,0	пятислойная

Полученная с использованием специально разработанных базы данных и компьютерной программы модель позволяет рассчитать поверхностную плотность наполнителя для обеспечения требуемых значений теплозащитных свойств. Достоверность результатов подтверждается корректным применением выбранного геометрического (математического) аппарата, а также соответствием смоделированных параметров и показателей, для которых проводились эксперименты, реальным их значениям.

В Ы В О Д Ы

1. Разработана методика автоматизированного проектирования пакетов одежды заданной объемно-пространственной формы с учетом конструкции и теплозащитных свойств, включающая:

- моделирование сечений отсеков пакетов с несвязным наполнителем заданного объема и рельефности поверхности;

- расчет припусков на изменение размеров деталей с использованием математических моделей сечений отсеков;

– определение количества несвязного наполнителя для различных значений температуры воздуха.

2. Практическая значимость методики заключается в сокращении временных и материальных ресурсов за счет максимальной автоматизации проектирования новых изделий высокого качества и подтверждена промышленной ее апробацией и программного обеспечения в условиях серийного и индивидуального производства пуховой одежды на предприятиях Сибирского федерального округа. Полученные результаты с использованием методики являются научно обоснованными и могут быть использованы при решении задач рационального формирования пакетов как с перо-пуховым наполнителем, так и аналогичных им объектов, а также выборе режимов работы оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. At Moncler, 8 Geniuses Reimagine Classic Outerwear [Электронный ресурс] Онлайн-версия журнала о моде и дизайне. Режим доступа: <https://www.vogue.com/article/moncler-genius-project-2018-video> (дата обращения 29.05.2021).

2. Isn't It Genius? Moncler Will Smarten Up Your Fall Wardrobe [Электронный ресурс] Онлайн-версия журнала о моде и дизайне. Режим доступа: <https://www.vogue.com/article/moncler-genius-collection-fall-fashion> (дата обращения 29.05.2021).

3. Бекмурзаев Л. А., Паченцева С. Г., Медведева Н. Г. Расчет геометрических параметров объемных пакетов теплозащитной одежды. // Мат. 3-й Междунар. научн.-техн. конф.: Новые технологии управления движением технических объектов. – Новочеркасск, 2000. Т. 2. С. 113...117.

4. Бекмурзаев Л.А., Назаренко Е.В., Алейникова О.А. Новое направление в проектировании пуховой одежды // Швейная промышленность. – 2006, № 2. С. 48...49.

5. Тунгусова Н. А. Методика автоматизированного расчета конструктивных прибавок на основе геометрического моделирования тела человека и теплозащитной одежды // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – Новосибирск, 2008, № 2 (31). С. 191...196.

6. Тунгусова Н.А., Чижик М.А., Юрков В.Ю. Математическое моделирование контуров горизонтальных сечений фигуры человека с использованием составных кусочно-квадратичных кривых // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – Новосибирск, 2009, № 2 (35). С. 33...42.

7. Бекмурзаев Л.А., Денисова Т.В., Назаренко Е.В., Кузнецова И.Ю. Проектирование рациональной конструкции теплозащитных пакетов с отсеками оптимальной геометрии // Естественные и технические науки. – 2014, № 1 (69). С. 276...278.

8. Колесник С. А., Ширинов Е. Е., Богданов В. Ф., Бринк И. Ю. Исследование реологических характеристик образцов несвязного композиционного утеплителя на основе компонент гусиный пух/шерсть // Мат. Всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участ.: Легкая промышленность и сфера сервиса: проблемы и перспективы. – Омск, 2020. С. 31...34.

9. Yakovenko K., V. Volkov. Construction of multi-dimensional ruled surface // Geometry and graphics: Proceeding of 7th conference. – Ustron, Poland, 2011. P. 63...65.

10. Юрков В. Ю. Математическое моделирование линейчатых моноидальных гиперповерхностей // Омский научный вестник. – Омск, 2015, № 2 (140). С. 5...7.

11. Chijik M. A, Yurkov V. Yu., Dolgova E. Yu. Geometric models of multi-parametric technological processes for estimation some inverse control problems [Electronic resource] // Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics-2020) – Омск, 2020. DOI : 10.1088/1742-6596/1791/1/012043 / Journal of Physics : Conf. Series 2021, 1791(1), 012043.

12. Пат. на изобретение № 2527314 Российская Федерация, МПК G01N 25/18. Способ определения теплозащитных свойств материалов и пакетов одежды / Чижик М.А., Долгова Е.Ю., Иванцова Т.М., заявитель и патентообладатель Омский гос. ин-т сервиса. – Заявл. 19.12.2012.

REFERENCES

1. At Moncler, 8 Geniuses Reimagine Classic Outerwear [Elektronnyy resurs] Onlayn-versiya zhurnala o mode i dizayne. Rezhim dostupa: <https://www.vogue.com/article/moncler-genius-project-2018-video> (data obrashcheniya 29.05.2021).

2. Isn't It Genius? Moncler Will Smarten Up Your Fall Wardrobe [Elektronnyy resurs] Onlayn-versiya zhurnala o mode i dizayne. Rezhim dostupa: <https://www.vogue.com/article/moncler-genius-collection-fall-fashion> (data obrashcheniya 29.05.2021).

3. Bekmurzaev L. A., Pachentseva S. G., Medvedeva N. G. Calculation of the geometric parameters of volumetric packages of heat-protective clothing. // Mat. 3rd Intern. scientific-technical Conf.: New technologies for controlling the movement of technical objects. - Novocherkassk, 2000. T. 2. S. 113 ... 117.

4. Bekmurzaev L.A., Nazarenko E.V., Aleinikova O.A. A new direction in the design of down clothing // Sewing industry. - 2006, No. 2. S. 48 ... 49.

5. Tungusova N. A. Methods for automated calculation of structural gains based on geometric modeling of the human body and heat-protective clothing // Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University. – Novosibirsk, 2008, No. 2 (31). S. 191...196.

6. Tungusova N.A., Chizhik M.A., Yurkov V.Yu. Mathematical modeling of the contours of horizontal sections of a human figure using compound piecewise-quadratic curves // Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University. – Novosibirsk, 2009, No. 2 (35). pp. 33...42.
7. Bekmurzaev L.A., Denisova T.V., Nazarenko E.V., Kuznetsova I.Yu. Designing a rational design of heat-shielding packages with compartments of optimal geometry // Natural and technical sciences. - 2014, No. 1 (69). pp. 276...278.
8. S. A. Kolesnik, E. E. Shirshov, V. F. Bogdanov, and I. Yu. Vseros. scientific-practical conf. with international participant: Light industry and the service sector: problems and prospects. – Omsk, 2020. S. 31...34.
9. Yakovenko K., V. Volkov. Construction of multi-dimensional ruled surface // Geometry and graphics: Proceeding of 7th conference. – Ustron, Poland, 2011. P. 63...65.
10. Yurkov V. Yu. Mathematical modeling of linear monoidal hypersurfaces // Omsk Scientific Bulletin. - Omsk, 2015, No. 2 (140). S. 5...7.
11. Chizhik M. A, Yurkov V. Yu., Dolgova E. Yu. Geometric models of multi-parametric technological processes for estimation of some inverse control problems [Electronic resource] // Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics-2020) – Omsk, 2020. DOI: 10.1088/1742-6596/1791 /1/012043 / Journal of Physics : Conf. Series 2021, 1791(1), 012043.
12. Pat. for invention No. 2527314 Russian Federation, IPC G01N 25/18. A method for determining the heat-shielding properties of materials and clothing packages / Chizhik M.A., Dolgova E. Yu., Ivantsova T.M., applicant and patent holder Omsk State University. in-t service. – Appl. 12/19/2012.
- Рекомендована кафедрой КТИЛП. Поступила 22.04.22.
-