

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2020, №1, Том 5 / 2020, No 1, Vol 5 <https://kostumologiya.ru/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL120.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Добровольская Т.А. Применение прикладных информационных технологий при исследовании характеристик материалов и изделий легкой промышленности // Научный журнал «Костюмология», 2020 №1, <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Dobrovolskaya T.A. (2020). Application of applied information technologies in the study of characteristics of materials and light industry products. *Journal of Clothing Science*, [online] 1(5). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL120.pdf> (in Russian)

УДК 687.03:004.9

ГРНТИ 64.01.86

**Добровольская Татьяна Александровна**

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия  
Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: [dobtatiana74@mail.ru](mailto:dobtatiana74@mail.ru)

РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=678326](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=678326)

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/V-4416-2018>

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=8533012000>

## **Применение прикладных информационных технологий при исследовании характеристик материалов и изделий легкой промышленности**

**Аннотация.** В статье освещаются аспекты, связанные с комплексным подходом к исследованию структурных характеристик материалов для изготовления изделий легкой промышленности и их влияния на качественные показатели продукции швейного производства. В работе приведено описание разработанной автором программы на языке программирования Delphi, позволяющей производить определение основных характеристик строения ткани (диаметр нитей основы и утка, линейное заполнение ткани по основе и утку, линейное наполнение ткни по основе и утку, поверхностное заполнение, объемное заполнение, заполнение по массе, поверхностная пористость, общая пористость, коэффициент связанности по основе и утку, объемная пористость). Работа программы состоит из нескольких этапов: задания исходных данных путем их ввода, либо выбора из соответствующих справочников; непосредственного расчета исследуемых показателей тканей; формирования базы данных материалов. Использование данного программного продукта позволит значительно ускорить процесс определения структурных характеристик материалов, систематизировано хранить информацию о различных видах тканей, формировать библиотеки с визуальным просмотром образцов, что в свою очередь позволит производить обоснованный подбор материалов при изготовлении одежды. Также в данной статье приведены результаты обработки данных полного факторного эксперимента, направленного на исследование влияния характеристик материалов, определенных с использованием прикладной программы, предложенной автором, на величину стягивания материала. Построение многофакторной математической модели в векторно-матричной форме осуществлялось с использованием инженерного математического программного обеспечения Mathcad. Предложенная автором в работе технология проведения математического моделирования позволяет прогнозировать показатели качества изделий

легкой промышленности на этапах изготовления в зависимости от характеристик применяемых материалов и подбирать оптимальные заправочные параметры швейного оборудования.

**Ключевые слова:** структурные характеристики ткани; математическая модель; оценка свойств материалов; прикладная программа; автоматизированный расчет; показатели качества швейных изделий; швейное производство

## Введение

Обеспечение качества швейных изделий зависит от различных факторов, в том числе от материалов и качества технологической обработки. Стягивание материала – это проблема, которая часто встречается в швейных изделиях. Причиной стягивания могут служить: неправильно подобранные параметры швейного оборудования, несоответствие игл, нитей к применяемым материалам. Также на стягивание влияют свойства самих материалов. Данный дефект чаще всего проявляется в плотных тканях с небольшим процентом общей пористости материала. В тканях с максимальной плотностью линейного заполнения по основе и утку 100 %, нити сплющиваются, принимая эллиптическую форму, и при вхождении машинной иглы в слои материала нити сдвигаются на разной высоте, после чего шов имеет вид сбороны [1; 2].

Поскольку на величину стягивания материалов влияют такие показатели как заполнение ткани и пористость, то для исследования влияния свойств ткани на качество шва, необходимо их определение. Кроме того, структурные характеристики материалов также оказывают влияние на выбор конструкции шва; режимы ниточного соединения; выбор типа швейной машины и средств техоснастки; схему сборки швейных изделий. В связи с вышесказанным возникает необходимость определения структурных характеристик ткани с целью исследования их влияния на качество швейных изделий и разработки оптимальных режимов их технологической обработки [1–4].

Современное развитие материаловедения включает различные направления, и в том числе разработку компьютерных методов оценки свойств материалов [5; 6]. В настоящее время разработаны и внедрены информационные технологии на различных этапах проектирования и производства швейных изделий [7–10].

В данной работе автором предлагается автоматизировать расчет структурных характеристик материалов с применением компьютерных технологий. Для учета специфики и особенностей данного расчета необходимо создание прикладной программы.

Определив характеристики тканей, необходимо с учетом их свойств осуществить обоснованный выбор материалов и оптимальных технологических режимов для обеспечения качества швов в швейных изделиях, которое определяется, в том числе величиной стягивания материала. Для комплексного решения этой задачи необходимо проведение экспериментальных исследований и применение математических методов обработки результатов эксперимента.

## Методы исследования

На первоначальном этапе для достижения поставленной цели научной работы была разработана компьютерная программа на языке Delphi, которая является авторским продуктом и используется при проведении учебной и научной работы при подготовке бакалавров и магистров по направлению "Конструирование изделий легкой промышленности" в ФГБОУ ВО "Юго-Западный государственный университет".

В настоящее время ведется подготовка документов на получение свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Исходными данными для работы программы являются: линейная плотность нитей основы, текс ( $T_o$ ), линейная плотность нитей утка, текс ( $T_y$ ), плотность ткани по основе, н./10 см ( $P_o$ ), плотность ткани по утку, н./10 см ( $P_y$ ), число нитей раппорта основы ( $n_o$ ), число нитей раппорта утка ( $n_y$ ), число полей связи нитей основы ( $c_o$ ), число полей связи нитей утка ( $c_y$ ). Все эти показатели можно определить экспериментальным путем. В качестве справочных данных в программе используются: плотность волокнообразующего полимера, г/м<sup>3</sup> ( $\gamma$ ), средняя плотность нитей, мг/мм<sup>2</sup> ( $\delta_n$ ), средняя плотность тканей, мг/мм<sup>2</sup> ( $\delta_{TK}$ ).

В основу работы программы положен расчет структурных характеристик тканей [2; 3] таких как: диаметр нити основы, мм ( $d_o$ ); диаметр нити утка, мм ( $d_y$ ); линейное заполнение ткани по основе, % ( $E_o$ ); линейное заполнение ткани по утку, % ( $E_y$ ); линейное наполнение ткани по основе, % ( $H_o$ ); линейное наполнение ткани по утку, % ( $H_y$ ); поверхностное заполнение, % ( $E_{пов}$ ); объемное заполнение, % ( $E_v$ ); заполнение по массе, % ( $E_m$ ); общая пористость, % ( $R_{общ}$ ).

Программа работает следующим образом. После запуска и выбора пункта «Расчет структурных характеристик ткани» откроется диалоговое окно для ввода исходных данных (рис. 1).

Линейная плотность нитей основы, текс:	58
Линейная плотность нитей утка, текс:	43
Плотность волокнообразующего полимера нитей основы, г/см:	
Плотность волокнообразующего полимера нитей утка, г/см:	
<b>Выбор значения для нитей основы</b> <b>Выбор значения для нитей утка</b>	
Плотность ткани по основе, н./10 см.:	180
Плотность ткани по утку, н./10 см.:	180
Раппорт ткани по основе:	6
Раппорт ткани по утку:	6
Число полей связи нитей основы:	1
Число полей связи нитей утка:	1
Средняя плотность нитей, мг/мм:	<b>Выбор значения для нитей</b>
Средняя плотность ткани, мг/мм:	<b>Выбор значения для тканей</b>
Поверхностная плотность ткани, г/м:	227
<b>Расчет</b> <b>Очистить</b> <b>Назад</b> <b>Выход</b>	

Рисунок 1. Диалоговое окно «Расчет структурных характеристик ткани»

Кнопка «Выбор значений» в поле «Плотность волокнообразующего полимера» открывает диалоговые окна, в которых необходимо ввести доленое содержание волокон в нитях основы и утка (рис. 2).

При этом плотность волокнообразующего полимера определяется как средневзвешенное значение в том случае, если сырьевой состав нитей основы или утка представляет собой смесь различных волокон. Плотность волокнообразующего полимера берется программой из соответствующей базы данных (рис. 3).

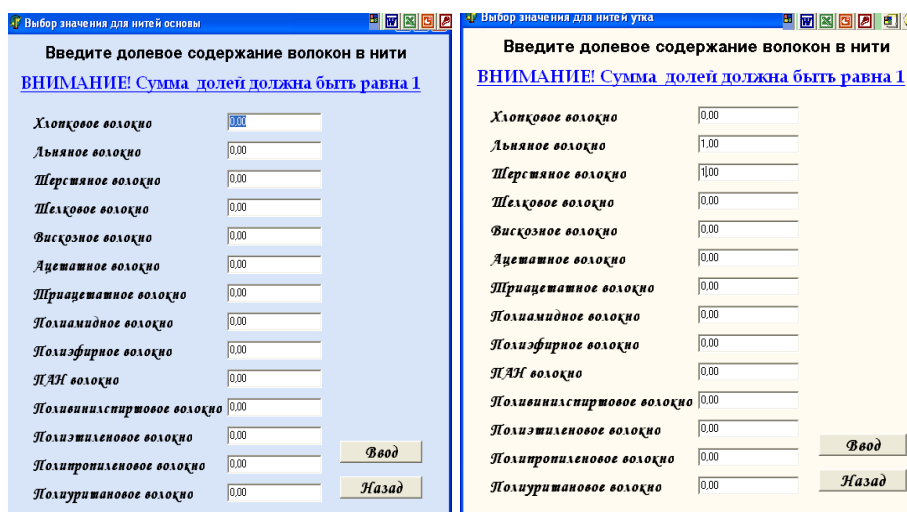


Рисунок 2. Диалоговые окна выбора значений долевого содержания волокон



Рисунок 3. Диалоговое окно выбора плотности волокнообразующего полимера

При нажатии на кнопку «Выбор значения для нитей» в поле «Средняя плотность нитей» пользователь может выбрать необходимые значения в диалоговом окне (рис. 4). При нажатии на кнопку «Выбор значения для тканей» в поле «Средняя плотность тканей» пользователь может выбрать необходимые значения в диалоговом окне (рис. 4).

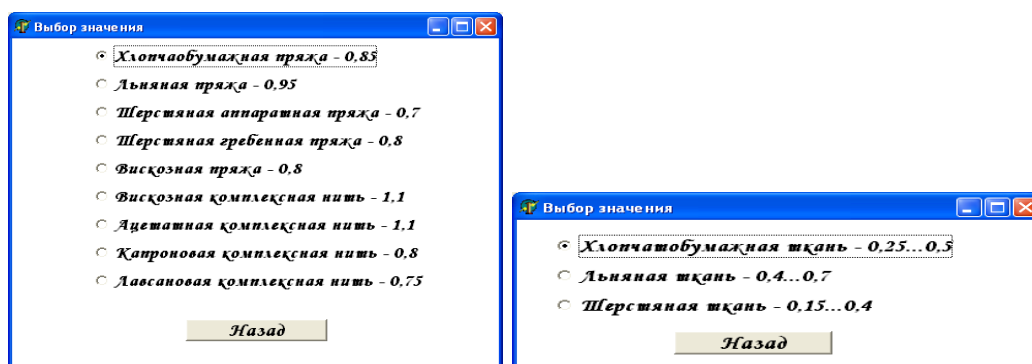


Рисунок 4. Диалоговые окна выбора средней плотности нитей и тканей

Для проведения исследования были взяты шесть образцов материалов длиной и шириной 10x10 см с разным сырьевым составом и толщиной. Толщина была измерена с помощью толщиномера, для определения плотности проводился подсчет числа нитей по основе и по утку длиной 10 см. В таблице 1 представлены основные характеристики свойств исследуемых материалов.

Таблица 1

**Основные характеристики свойств материалов**

№ образца	Сырьевой состав	Плотность ткани		Толщина, мм	Масса, г
		основа	уток		
1	94 % вискоза, 6 % эластан	540	300	0,2	1,25
2	92 % вискоза, 8 % эластан	520	300	0,31	1,7
3	95 % хлопок, 5 % эластан	820	400	0,19	1,05
4	91 % ацетат, 9 % нейлон	460	320	0,25	1,25
5	84 % вискоза, 11 % ПЭ, 5 % эластан	550	520	0,2	0,95
6	92 % хлопок, 8 эластан	720	350	0,39	2,5

С целью описания поведения и прогнозирования состояния материала с разными структурными характеристиками как технического объекта в данной работе поставлен активный эксперимент для определения регрессионной закономерности величины стягивания материала, получаемой в ходе планирования эксперимента.

Для исследования структурных характеристик материалов было выбрано пять факторов: X1 – поверхностная плотность ( $M_s$ ), X2 – поверхностное заполнение ткани ( $E_{пов}$ ), X3 – пористость ткани ( $R_{общ}$ ), X4 – № иглы, X5 – длина стежка. В качестве параметра оптимизации Y выбрана величина стягивания строчки.

В таблице 2 представлены условия проведения полного факторного эксперимента, в соответствии с которыми была составлена матрица планирования эксперимента.

Таблица 2

**Условия проведения эксперимента**

Наименование фактора	Значение на верхнем уровне	Значение на нижнем уровне
X1 – поверхностная плотность	125	95
X2 – поверхностное заполнение ткани	94,2	69,9
X3 – пористость ткани	45	25
X4 – № иглы	90	75
X5 – длина стежка	2	3

**Результаты исследования и их обсуждение**

После ввода исходных значений исследуемых материалов с использованием диалогового окна разработанной прикладной программы (рис. 1) и нажатия кнопки «Расчет», открывается окно вывода, на котором представлен результат вычислений (рис. 5).

В предлагаемой программе автоматизированного расчета структурных характеристик ткани предусмотрена возможность полученные результаты вычислений занести в базу данных (рис. 6) при помощи кнопки «База данных».

Полученные данные затем заносятся в общую базу данных. Таким образом, программа позволяет производить расчет характеристик строения ткани и систематизировано хранить полученную после расчетов информацию путем формирования базы данных характеристик различных материалов.

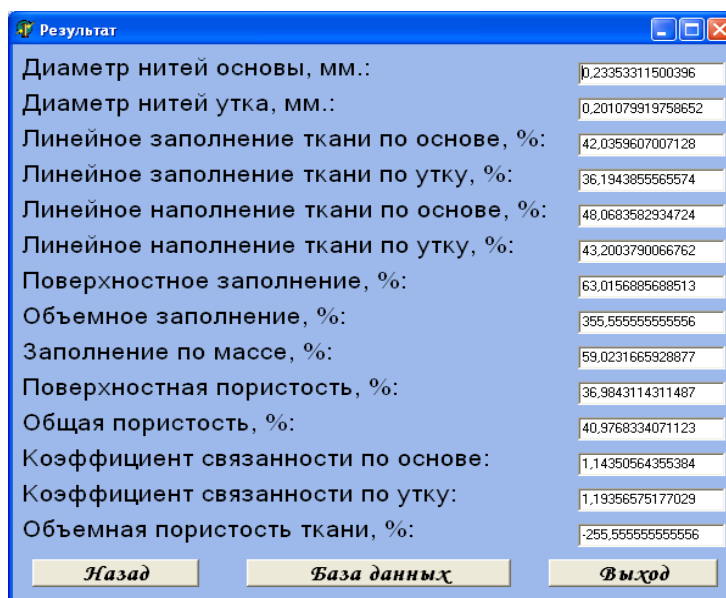


Рисунок 5. Окно вывода результата вычислений

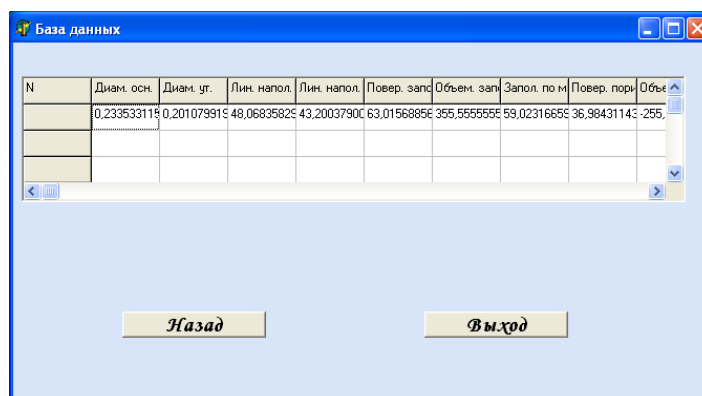


Рисунок 6. Окно формирования базы данных

Автором предложено предусмотреть в программе создание библиотеки образцов тканей, которая подразумевает просмотр образцов тканей и изучение их основных характеристик. Показатели материалов соответственно заносятся в библиотеку на основе данных автоматизированного расчета структурных характеристик ткани, осуществляемого данной программой. На рисунке 7 представлено окно для просмотра образцов материалов, в левой части которого имеются сведения об образце ткани, справа – его увеличенное изображение.

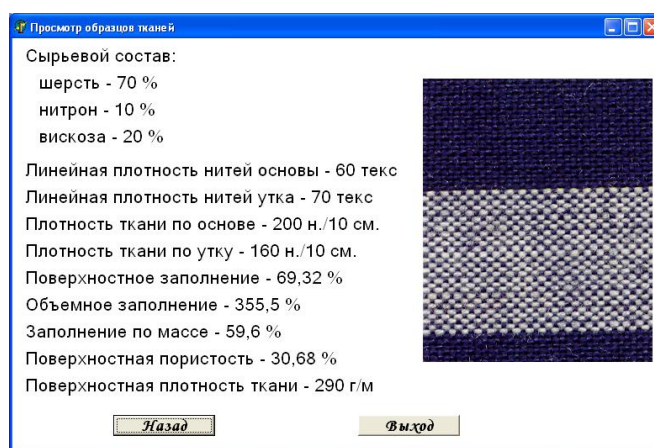


Рисунок 7. Окно просмотра образцов материалов

Предлагаемая программа предусматривает регулярное пополнение базы данных тканей. Кроме этого, пользователь может расширить количество характеристик тканей или изменить их на другие.

С помощью разработанного автором программного продукта были посчитаны все необходимые значения структурных характеристик материалов, представленных в таблице 1. Результаты автоматизированного расчета сведены в таблицу 3.

**Таблица 3**

**Структурные характеристики материалов**

№ образца	M <sub>s</sub> , г/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	d <sub>o</sub> , мм	d <sub>y</sub> , мм	E <sub>o</sub> , %	E <sub>y</sub> , %	H <sub>o</sub> , %	H <sub>y</sub> , %	E <sub>пов</sub> , %	E <sub>v</sub> , %	E <sub>м</sub> , %	R <sub>общ</sub> , %
1	125	0,2	0,137	0,113	74,49	34,09	135,86	75,48	83,19	293,3	73,3	26,6
2	170	0,31	0,165	0,193	86,15	58,00	186,69	107,71	94,18	200	53,6	46,42
3	105	0,19	0,057	0,075	47,48	30,20	109,4	53,36	63,34	226	55,92	44,07
4	125	0,25	0,135	0,062	62,47	19,88	91,06	63,34	69,93	293,3	77,46	22,53
5	95	0,2	0,118	0,091	64,92	47,77	115,45	109,15	81,68	213,3	53,15	46,84
6	250	0,39	0,173	0,111	123,3	46,78	202,44	119,75	112,42	226,6	55,92	44,07

На следующем этапе научной работы после определения необходимых характеристик тканей с использованием прикладной программы автоматизированного расчета было проведено исследование влияния показателей различных материалов на величину стягивания строчки. С учетом условий проведения эксперимента (таблица 2) и на основании составленной матрицы планирования автором статьи был проведен полный факторный эксперимент, обработка результатов которого осуществлялась с использованием инженерного математического программного обеспечения Mathcad. Для этого была разработана технология компьютерного моделирования с использованием встроенных функций математического редактора Mathcad и элементов программирования. При этом для построения многофакторной математической модели использовались многомерные статистические методы, на основании которых построение математической модели осуществлялось в векторно-матричной форме.

В результате была получена линейная многофакторная регрессионная математическая модель:

$$Y = 0.59 - 0.02x_1 + 0.07x_2 - 0.21x_3 + 0.04x_4 + 0.059x_5 - 0.087x_1x_2 - 0.018x_1x_3 - 0.04x_1x_4 + 0.002x_1x_5 + 0.047x_2x_3 + 0.009x_2x_4 - 0.036x_3x_4 - 0.009x_3x_5 - 0.063x_4x_5 + 0.013x_1x_2x_3$$

Данная математическая модель показала, что с увеличением пористости (X3) величина стягивания ткани уменьшается, с увеличением поверхностного заполнения (X2) величина стягивания увеличивается.

Также модель показала эффекты взаимодействия: при одновременном увеличении поверхностной плотности (X1) и пористости (X3) величина стягивания строчки уменьшается.

Проверка по критерию Стьюдента на значимость коэффициентов, показала, что все коэффициенты значимы. Построенная модель на основе F-критерия Фишера адекватна, так как  $F_r < F_t (1,24 < 1,18)$ . Такая модель может быть использована для принятия решений и осуществления прогнозов.

Таким образом, с помощью составленной математической модели, задавая минимальную величину стягивания, можно подбирать оптимальные параметры (№ иглы, длину стежков), также математическая модель показала, что наиболее важными структурными характеристиками материала влияющих на величину стягивания являются общая пористость и линейное заполнение.

## Вывод

Разработанная программа, описание работы которой представлено в данной статье, позволяет производить определение основных характеристик строения ткани, таких как линейное заполнение ткани по основе и утку, линейное наполнение ткни по основе и утку, поверхностное и объемное заполнение, заполнение по массе, поверхностная пористость, общая пористость. Программа обладает удобным интерфейсом, наличием справочной базы, что значительно облегчает работу с ней. Полученные в результате автоматизированного расчета значения структурных характеристик материалов формируют общую базу данных. Таким образом, использование предложенной программы на языке программирования Delphi позволяет значительно ускорить процесс определения структурных характеристик материалов, систематизировано хранить информацию о различных видах тканей, формировать библиотеки с визуальным просмотром образцов, что в свою очередь позволит производить обоснованный подбор материалов при изготовлении одежды. При изучении влияния структурных характеристик тканей на величину стягивания материала в данной работе для построения математической модели проводился полный факторный эксперимент. Полученная в результате обработки данных в инженерной программе Mathcad математическая модель позволяет спрогнозировать величину стягивания материала в зависимости от его характеристик, а также подобрать оптимальные заправочные параметры швейного оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алхименкова Л.В. Технологические процессы в швейной промышленности. Комплексный процесс подготовки производства к переходу на выпуск новой продукции: учебное пособие. Екатеринбург: Архитектон, 2016. 133 с.
2. Бузов Б.А., Альменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. Швейное производство. М.: Academia, 2010. 448 с.
3. Савостицкий Н.А., Амирова Э.К. Материаловедение швейного производства. М.: Academia, 2013. 272 с.
4. Стебакова Т.Г., Родкина А.А. К вопросу о влиянии свойств текстильных материалов на формообразование одежды // Молодой ученый. 2016. №28 (132). С. 180–182.
5. Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю. Текстильное материаловедение перед технологическим рывком // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 1 (361). С. 42–47.
6. Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю. Материаловедение: традиции, достижения, перспективы // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4 (376). С. 31–36.
7. Севостьянов П.А., Фирсов А.В. Информационные и компьютерные технологии в текстильной промышленности // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4 (376). С. 107–109.
8. Замышляева В.В., Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Ершов В.Н. Применение информационных технологий для прогнозирования эксплуатационных свойств дублированных пакетов одежды из льняных тканей // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 3 (381). С. 146–149.
9. Кучарбаева К.Ж., Абдинамапова П.Б, Молдагажиева З.Д. Разработка автоматизированной программы в процессе изготовления изделий // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 4 (364). С. 198–202.
10. Добровольская Т.А. Автоматизация расчета теплозащитной одежды при формировании структуры пакета материалов // Костюмология, 2019 №2, <https://kostumologiya.ru/PDF/07TLKL219.pdf>.



**Dobrovolskaya Tatiana Alexandrovna**

Southwest state university, Kursk, Russia

E-mail: dobtatiana74@mail.ru

## **Application of applied information technologies in the study of characteristics of materials and light industry products**

**Abstract.** The article highlights aspects related to a comprehensive approach to the study of structural characteristics of materials for the manufacture of light industry products and their impact on the quality indicators of clothing production. The paper presents the description of the author's program in the programming language Delphi, which allows the determination of the main characteristics of the structure of the fabric (thread diameter of warp and weft, linear filling fabric basis and a duck, a linear filling stick to the framework and a duck, surface filling, volumetric filling, fill by weight, surface porosity, total porosity, coefficient of coherence on the basis of and duck, volume porosity). The program consists of several stages: setting the source data by entering it, or selecting it from the appropriate reference lists; direct calculation of the studied tissue parameters; formation of a database of materials. The use of this software product will significantly speed up the process of determining the structural characteristics of materials, systematically store information about various types of fabrics, form libraries with visual viewing of samples, which in turn will allow you to make a reasonable selection of materials in the manufacture of clothing. This article also presents the results of data processing of a complete factor experiment aimed at investigating the influence of material characteristics determined using the application program proposed by the author on the amount of material contraction. The construction of a multi-factor mathematical model in vector-matrix form was carried out using Mathcad engineering software. The technology of mathematical modeling proposed by the author allows predicting the quality indicators of light industry products at the manufacturing stages, depending on the characteristics of the materials used, and selecting the optimal filling parameters of sewing equipment.

**Keywords:** structural characteristics of fabric; mathematical model; evaluation of material properties; application program; automated calculation; quality indicators of clothing products; clothing production

## REFERENCES

1. Alhimenkov L.V. Technological processes in sewing industry. Complex process of production preparation for the transition to the production of new products: tutorial. Yekaterinburg: Architecton, 2016. 133 p.
2. Buzov B.A., Alibekova N.D. Materials in the production of products of light industry. Clothing manufacture. Moscow: Academia, 2010. 448 p.
3. Suboticki N.A. Amirova E.K. Materials science of clothing production. Moscow: Academia, 2013. 272 p.
4. Stebakova T.G., Rodkina A.A. On the influence of properties of textile materials on the formation of clothing // Young scientist. 2016. № 28 (132). P. 180–182.
5. Gusev B.N., Matrohin A.Y. Textile materials science before the technological breakthrough // News of Higher educational institutions. Technology of the textile industry. 2016. №1 (361). P. 42–47.
6. Gusev B.N., Matrohin A.Y. Materials science: traditions, achievements, prospects // News of Higher educational institutions. Technology of the textile industry. 2018. №4 (376). P. 31–36.
7. Sevostyanov P.A., Firsov A.V. Information and computer technologies in the textile industry // News of Higher educational institutions. Technology of the textile industry. 2018. № 4 (376). P. 107–109.
8. Zamyshlyayeva V.V., Lapshin V.V., Smirnova N.A., Yershov V.N. Application of information technologies for predicting the performance properties of duplicated clothing packages made of linen fabrics // News Higher educational institutions. Technology of the textile industry. 2019. №3 (381). P. 146–149.
9. Kucherbaeva K.J., Abdisamatova P.B, Moldogazieva Z.D. Development of automated programs in the process of manufacturing products // News of Higher educational institutions. Technology of the textile industry. 2016. №4 (364). P. 198–202.
10. Dobrovolskaya T.A. Automation of calculation of heat-protective clothing when forming the structure of a package of materials // Costumology, 2019 №2, <https://kostumologiya.ru/PDF/07TLKL219.pdf>.